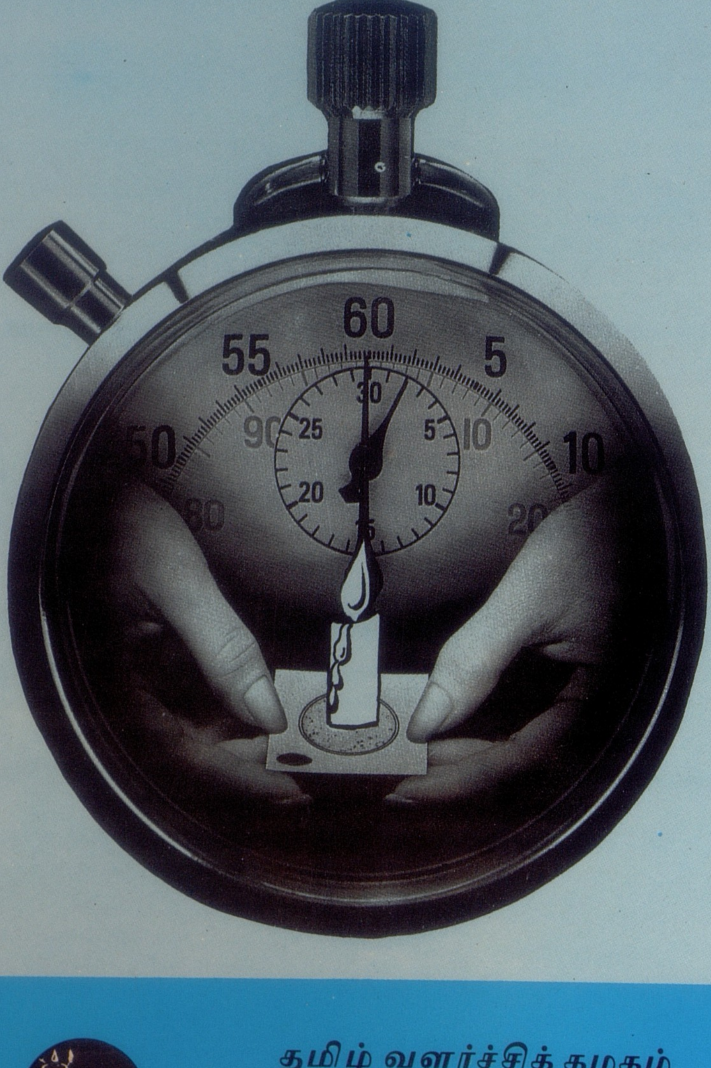
உயிரியல் தாளமுறை

(BIOLOGICAL RHYTHMS)



தமிழ் வளர்ச்சிக் கழகம்
சென்னை
1991

உயிரியல் தாளமுறை

(BIOLOGICAL RHYTHMS)

ஆங்கில மூல ஆசிரியர்
டாக்டர் எம்.கே. சந்திர சேகரன்
பேராசிரியர்
மதுரை காமராசர் பல்கலைக்கழகம்

தமிழாக்கம்:
டாக்டர் என். இராஜேந்திரன்
உயிர்தொழில்நுட்பவியல் மையம்
அண்ணா பல்கலைக்கழகம்
சென்னை.

தமிழ் வளர்ச்சிக் கழகம்
சென்னை
1991

தமிழ் வளர்ச்சிக் கழக வெளியீடு
முதற் பதிப்பு 1991
© பதிப்புரிமை உடையது

அமைப்பாளர் — புரவலர்:
தி.சு. அவினாசிலிங்கம்

புரவலர்:
சி. சுப்பிரமணியம்

தலைவர்:
டாக்டர் வா.செ. குழந்தைசாமி

துணைத் தலைவர்கள்.
நா. மகாலிங்கம்
நெ.து. சுந்தரவடிவேலு

செயலாளர்:
பொ. சோமசுந்தரம்

பொருளாளர்:
ப. சிதம்பரம், எம்.பி.

தமிழ் வளர்ச்சிக் கழக அலுவலகம்
பல்கலைக்கழகக் கட்டடம், சென்னை-5.

இந்திய அரசாங்க உதவியுடன் வெளியிடப்படுகிறது.
Published with the Financial Assistance
from the Government of India, Department
of Education, vice sanction No. 4–16/89–
L.G.Cell, dated 19–11–1990.

விலை ரூ. 35/-
(இந்திய அரசு அனுமதிக்குட்பட்டது)

அச்சிட்டவர்:
டிடி. மேப்ஸ் அண்டு பப்ளிகேஷன்ஸ் லிமிடெட்,
சென்னை.

உள்ளே...

முகவுரை	
என்னுரை	
அறிமுகம்	1
சர்கேடியன் தாளமுறை	12
ஒளி, வெப்பம் மற்றும் சர்கேடியன் தாளமுறை	19
நிலைப்பொறுப்பு வளைவு	33
வான்வெளியில் உயிரியல் தாளமுறை	47
கடல் சுற்றுப்புறத்தில் உயிரியல் தாளமுறை	55
வருடாந்திரத் தாளமுறையும், ஒளிக்காலத்துவமும்	67
உயிரியல் கடிகாரத்திற்கான தேடுதலும், அதன் இயக்கமும்	77
மனித சர்கேடியன் தாளமுறை	90
மேற்கோள் நூற்பட்டியல்	103
பரிந்துரைக்கப்பட்ட நூல்கள்	107
கலைச்சொற்கள்	109

முகவுரை

தமிழ் வளர்ச்சிக் கழகம் சென்ற 43 ஆண்டு காலமாகத் தமிழ்மொழியின் வளர்ச்சிக்கான ஆக்கப்பூர்வமான பணிகளைச் செய்து வருவதைத் தமிழ் மக்கள் அறிவார்கள்.

முதலில், வேறெந்த மாநில மொழிகளிலும் வெளிவராத நிலையில் தமிழில் கலைக்களஞ்சியம் 10 தொகுதிகளாகத் தமிழ் வளர்ச்சிக் கழகத்தால் வெளியிடப்பட்டது. பின்னர், குழந்தைகள் கலைக்களஞ்சியம் 10 தொகுதிகளில் வெளியிடப்பட்டது. அதன் திருந்திய மறுபதிப்பை 10 தொகுதிகளாகச் சென்ற ஆண்டு தமிழ் வளர்ச்சிக் கழகம் வெளியிட்டது.

தமிழ் வளர்ச்சிக்குப் பல துறைகளிலும் பணியாற்றும் நோக்கத்துடன் ஆங்கிலத்தில் வெளிவந்துள்ள அறிவியல் நூல்களைத் தமிழில் மொழிபெயர்த்து வெளியிடும் பணியை நமது கழகம் தற்சமயம் மேற்கொண்டுள்ளது.

பாரதீய வித்யா பவன் 'சென்னை அறிவியல் ஆய்வு மையத்தின்' உதவியுடன் சில ஆங்கில அறிவியல் நூல்களை வெளியிட்டுள்ளது. அவற்றைத் தமிழில் மொழிபெயர்த்து வெளியிடும் பணியை மேற்கொள்ளலாமென்று நமது கழகத்தின் முன்னாள் தலைவர் திரு. சி. சுப்பிரமணியம் அவர்கள் விரும்பினார்கள். பாரதீய வித்யா பவனத்தின் தலைவராக இருந்து வரும் அவர்கள் அதற்கான அனுமதியையும் அளித்தார்கள்.

பேராசிரியர் எம். கே. சந்திரசேகரன் அவர்கள் எழுதிய **"Biological Rhythms"** என்ற ஆங்கில நூலைத் தமிழில் வெளியிட முடிவு செய்தோம்.

உலகைச் சுற்றி உலாவரும் காற்றைப்போல உலகெங்கும் உயிர்த்துக் கொண்டிருக்கும் உயிரினங்களில் உள்ளும் வெளியுமாக வியாபித்திருக்கும் உயிரியல் தாளமுறைகளைப் பற்றி நாளிது வரை நம்மில் எவரும் சிந்தித்தது இல்லை. சிந்திக்கப்படாத சங்கதிகளைச் சிந்தித்து, நன்கு ஆய்ந்து, ஒருநிலைப்படுத்தி நூலாகச் சமைத்துத் தருவது கடினமாகும். அக்கடினமான பணியை எளிதாக்கிச் சாதனை படைத்தவர் பேராசிரியர் எம். கே. சந்திரசேகரன் அவர்கள். அவரது இந்த ஆங்கில நூல், வெளிநாட்டுப் பல்கலைக்கழக அளவில் அறிவு பூர்வமான நூலாகப் பேசப்படுகிறது.

இந்நூலை மொழிபெயர்க்கும் பணி அண்ணா பல்கலைக் கழகத்தில் பணிபுரியும் டாக்டர் என். இராஜேந்திரன் அவர்களிடம் ஒப்படைக்கப்பட்டது. அவரும் மிக விரைவில் அப்பணியை நல்ல முறையில் செய்து முடித்து உதவினார்கள்.

இந்நூலின் மூல ஆசிரியரான பேராசிரியர் திரு. எம். கே. சந்திரசேகரன் அவர்களுக்கும், அதைத் தமிழாக்கம் செய்து உதவிய டாக்டர் என். இராஜேந்திரன் அவர்களுக்கும் தமிழ் வளர்ச்சிக் கழகத்தின் சார்பில் நன்றியைத் தெரிவித்துக் கொள்கிறோம். இந்நூலை வெளியிடப் பொருளுதவி அளித்த மத்திய அரசுக்கும் (மனிதவள மேம்பாட்டுத்துறை) எங்களது நன்றியைத் தெரிவித்துக் கொள்கிறோம்.

இந்நூலிற்குத் தமிழ் வாசகர்களிடையே நல்ல வரவேற்பு இருக்குமென நம்புகிறோம்.

பல்கலைக்கழகக் கட்டடம்
சென்னை 600 005
11-2-1991

வா. செ. குழந்தைசாமி
தலைவர்
தமிழ் வளர்ச்சிக் கழகம்

என்னுரை

தமிழில் அறிவியல் என்றால் அதில் தமிழ் வாழுமா என்ற கேள்வி பொய்யாக்கப்பட்ட காலகட்டங்களில் தமிழில் பல அறிவியல் நூல்கள் வெளி வந்தன. அவை கடந்துபோன காலங்களின் அறிவியல் உண்மைகளைத் தமிழ்கூறும் நல்லுலகிற்கு விளக்கின. வளர்ந்துவரும் வியத்தகு அறிவியல்களையும் மேனாட்டு விளக்கங்களையும் தமிழில் தருவதற்குக் கலைக்கதிர், அறிக அறிவியல், விஞ்ஞானச் சுடர், தினமணி சுடர், கூரியர் போன்ற அறிவியல் இதழ்கள் முயன்று வருகின்றன. எனினும் அயல்நாட்டு அறிவியல் இதழ்களுக்கு ஒப்ப (**Scientific Journal**) அன்றன்று புதிய கண்டுபிடிப்புகளை ஆராயும் அறிவியல் இதழ் இன்னமும் தமிழில் தோன்றவில்லை. இத்திசையில் முயல்வது இன்றைய அவசரத் தேவை.

தமிழில் அறிவியலைக் கூறும்போது, கூறவந்த மூலக் கருத்துச் சிதையாமல் படிப்பவர்களின் ஆர்வம் குறையாமல், அவர்களைத் தமிழிலேயே சிந்திக்கத் தூண்டுவதாக மொழியாக்கம் செய்யப்படவேண்டும் என்று ‘வாழும் வள்ளுவம்’ தந்த **டாக்டர் வா.செ. குழந்தைசாமி** அவர்கள் என்னிடம் பணித்தார். அவருக்கு முதற்கண் என் நன்றி. அதற்கேற்பப் பல நூலகங்களையும், பலரது கருத்துகளையும் கையாண்டு இயன்றவரை இதனை எளிமையாக்கியுள்ளேன். ‘**Rhythm**’ என்பதற்கான ‘தாளமுறை’ என்ற சொல்லாக்கத்திற்குப் பல நாட்கள் சிந்தித்திருக்கிறேன். பரிச்சயமான ஆங்கிலச் சொற்களைப் பயன்படுத்தியும், சில இடங்களில் அடைப்புக் குறிக்குள் நிரப்பியும் τ (டவ்) போன்ற குறியீடுகளைத் தமிழில் விளக்கியும் எளிமைப் படுத்தியுள்ளேன்.

தமிழ் வளர்ச்சிக் கழகம், எனக்கு இவ்வாய்ப்பைக் கொடுத்து, என்னை ஊக்குவித்ததற்கு மிகுந்த நன்றியைத் தெரிவித்துக் கொள்கிறேன்.

என். இராஜேந்திரன்

அத்தியாயம் 1

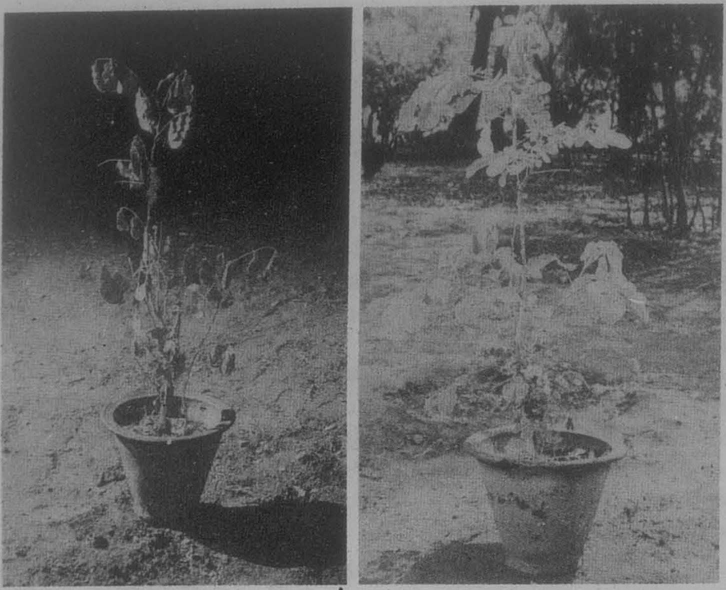
அறிமுகம்

இயற்கையின் தீவிரத் தாளமுறைக்கு உட்பட்ட சுற்றுச் சூழலில் நாம் இன்று வாழ்கிறோம். ஒரு நாளைய அதாவது 24 மணி நேரத் தாளமுறை என்பது ஒளி, வெப்பம், ஈரப்பதம் மற்றும் பிற காரணிகளால் ஏற்படும் சுற்றுச் சூழலின் மாற்றங் களைக் குறிக்கும். நமது பூமி இலட்சக்கணக்கான ஆண்டு களாகத் தனது சுய அச்சில் தன்னைத்தானே சுற்றிக்கொண்டி ருப்பதால் ஒரு நாளைக்கு 24 மணி நேரம் என்ற நாட்காட்டி உருவானது. இச்சுய சுழற்சி, இருளையும், ஒளியையும் மாறி மாறி ஏற்படுத்தி இரவையும் பகலையும் உருவாக்குகிறது. உயிரி னங்கள் தோன்றி வளர இந்த இரவு — பகல் மாற்றங்களே காரணங்களாகின்றன.

உயிர்த் தோற்றத்தின்போது தாவரங்களும், விலங்குகளும் ஒத்துவாழ ஏற்ற தகவமைப்புகளுடன் தோன்றின. இவை பரந்த இப்பூமியின் வெவ்வேறு சூழ்நிலைக்குத் தக்கபடி தங்களின் தகவமைப்புகளை வளர்த்துக்கொண்டுள்ளன. சுற்றுச் சூழ் வெளியில் வாழும் உயிரினங்களின் இத்தகவமைப்புகளைக் குறித்து ஆய்ந்தறியும் இயலே சூழ்நிலையியல் **(Ecology)** எனப் படும். இதில் கால அமைப்பிற்குட்பட்டு, தனது சுய சுற்றுப் புறத்துடன் இயைந்த உயிரினங்களின் இத்தகவமைப்புகள் பற்றிய புதிய பிரிவு, கால உயிரியல் **(Chronobiology)** எனப்படும்.

உயிரியல் தாளமுறைக்கு, தாவர இலைகளின் தூக்க அசைவுத் தாளமுறையைப் பொதுவான உதாரணமாகக் கொள்ளலாம். சாலைகளின் இருமருங்கிலும் வளர்ந்துள்ள சாதாரணத் தூங்குமூஞ்சி மரத்தின் இலைகள் **(Enterolobium saman)** ஒன்றுடன் ஒன்றாக மூடிக்கொண்டு இருப்பதும் சில வேளைகளில் அதன் கூட்டிலைக்காம்புகள் தொங்கியபடி இருப்பதும் கண்கூடாகப் பார்க்கக்கூடியன. இந்தத் தூக்க அசைவு சில சமயங்களில் நடுப்பகலிலேயே துவங்கிவிடும். இதன் மூலம் சூரிய அஸ்தமனத்தை முன்கூட்டியே இம்மரம் அறிந்திருப்பது புலனாகிறது.

இந்தியாவின் தலைசிறந்த இயற்பியல் மற்றும் தாவர செயல்பாட்டியல் வல்லுநர் சர். ஜெகதீசசந்திரபோஸ் அவர்கள் ''அல்லி மலரின் இரவில் மலரும் தன்மை'' என்னும் தமது ஆய்வுரையில் இதுபற்றிக் குறிப்பிடுகிறார். ''அல்லி மலர், மலர்ந்து மறுநாள் காலை 11.00 மணிக்குள் மூடுகிறது. இந்தி

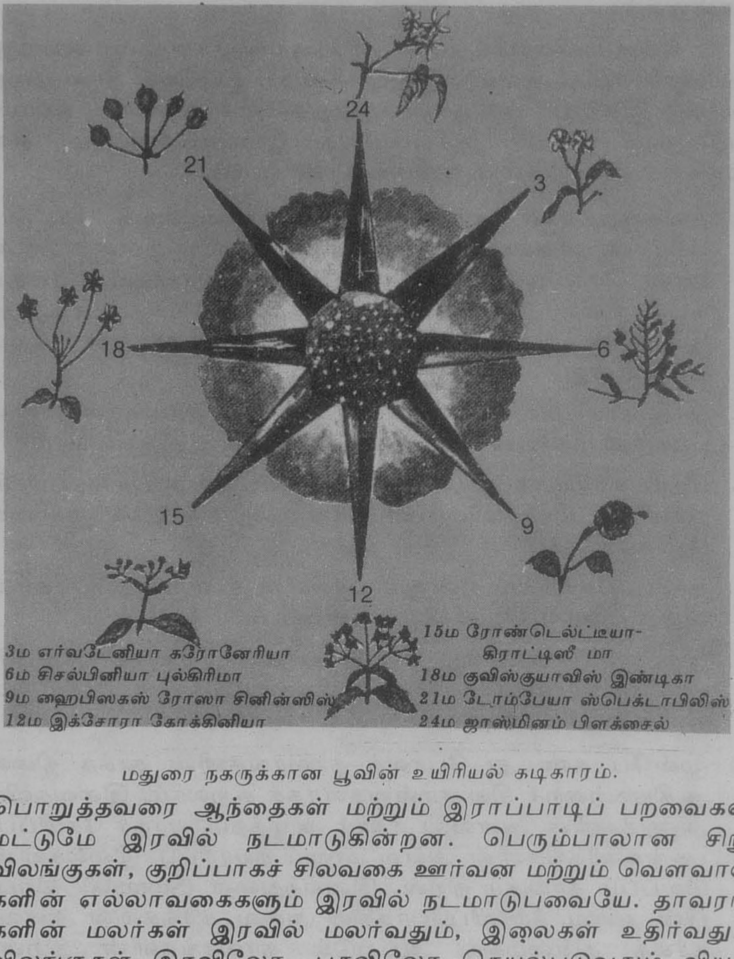


படம் 1:

படத்தின் இடப்புறத்தில் தூங்குமூஞ்சி மரக்கன்றின் இரவு நேர இலை மூடுதலும் வலப்புறத்தில் பகல் நேர இலை விரிதலும் காட்டப்பட்டுள்ளன.

யாவில் எல்லா இடங்களிலும் பொதுவாக மாலை 7.00 மணி அளவில் சூரியன் மறைகிறது. எனவே இது சூரிய உதயத்துடனோ, அஸ்தமனத்துடனோ எவ்வகையிலும் நேரடியாகத் தொடர்பு கொள்ளவில்லை''. இதுபோல, பல பூக்கள் இரவிலோ, பகலிலோ வெவ்வேறு நேரங்களில் மலர்கின்றன. சில பூக்களின் மலர்ச்சி, பூக்களின் மகரந்தச் *சேர்க்கையின் செயல்பாடுகளுடன் ஒன்றிணைந்து ஒத்துப்போகின்றது; மேலும் இது மலருக்கு மலர் வேறுபட்டதாக இருக்கும். சுவீடன் நாட்டு இயற்கை வல்லுநரான லினேயஸ், 250 ஆண்டுகளுக்கு முன்பே இதுபற்றி விளக்கி, மலர்களின் நேரங்காட்டியை உருவாக்கினார்.

எளிதாகப் புலனாகும் மற்ற உயிரியல் தாளமுறைகளுக்கு உதாரணமாகப் பறவைகள் மற்றும் விலங்குகளின் செயல்பாடுகளைக் கூறலாம். அணில்களின் அலப்பும், பறவைகளின் கீச்சீடுகளும், மரப்பல்லி போன்ற சில விலங்குகளின் நடமாட்டமும், வெளவால்களின் செயல்பாடுகளும் சூரிய அஸ்தமனத்தைத் தொடர்ந்து நடைபெறுகின்றன. விலங்குகளைப் பொறுத்தவரை இவ்வாறு பகலில் நடமாடுபவை என்றும் இரவில் நடமாடுபவை என்றும் பிரித்தறியலாம். பறவைகளைப்



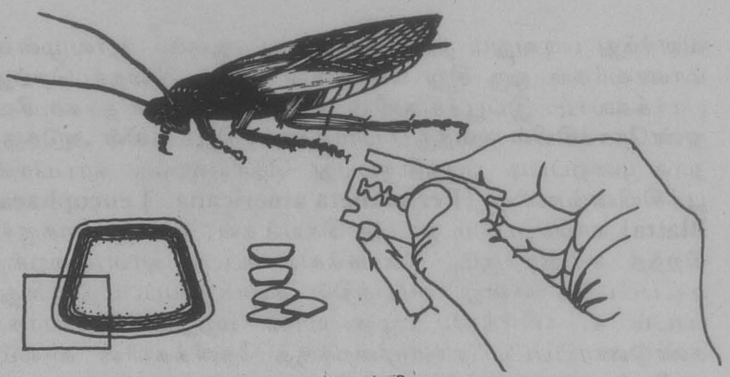
மதுரை நகருக்கான பூவின் உயிரியல் கடிகாரம்.

பொறுத்தவரை ஆந்தைகள் மற்றும் இராப்பாடிப் பறவைகள் மட்டுமே இரவில் நடமாடுகின்றன. பெரும்பாலான சிறு விலங்குகள், குறிப்பாகச் சிலவகை ஊர்வன மற்றும் வௌவால்களின் எல்லாவகைகளும் இரவில் நடமாடுபவையே. தாவரங்களின் மலர்கள் இரவில் மலர்வதும், இலைகள் உதிர்வதும் விலங்குகள் இரவிலோ, பகலிலோ செயல்படுவதும் வியப்பன்று; இவையாவும் சூரியனின் உதயம் அல்லது மறைவினால் நேரடியாகக் கட்டுப்படுத்தப்படுகின்றன. ஆனால் இதில் வியப்பு என்னவென்றால், இதே மேற்சொன்ன உயிரியல் தாள முறைகளை இயற்கையில் மட்டுமின்றி ஆய்வுக்கூடத்திலும் நிலையாக, நம் கட்டுப்பாட்டில் செயலாக்கமுடிகிறது. விலங்குகளும் தாவரங்களும் இவ்வாறாகத் தொடர் ஒளியிலும், வெப்ப நிலையிலும் இதே தாளமுறைகளின் இருளையும், பகலையும் பிரித்தறிகின்றன. ஆய்வகங்களில் கண்டுணரப்பட்ட இத்தகு உயிரியல் தாளமுறைகளின் முக்கியத்துவங்களைப்பற்றி அடுத்த அத்தியாயத்தில் விரிவாகக் காணலாம்.

சான்றுகள்:

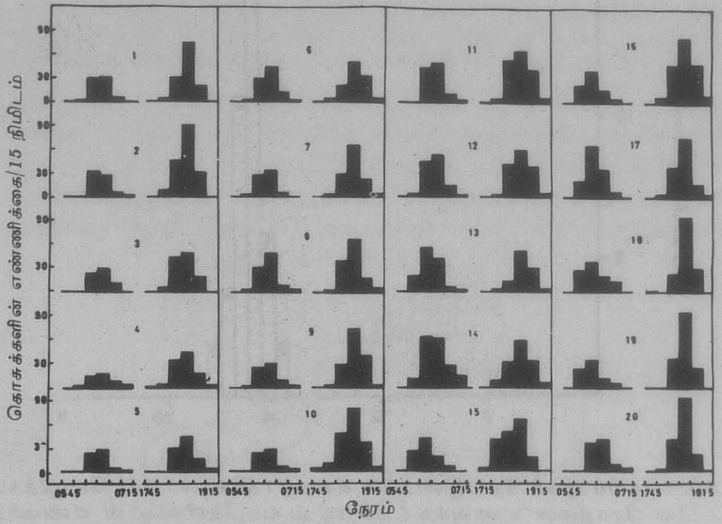
எங்கும் வியாபித்துள்ள சர்கேடியன் தாளமுறை என்பது 24 மணி என்ற அளவில் ஏற்படக்கூடிய உயிரியல் தாளமுறையாகும். இதற்குப் பல நூறு சான்றுகளைக் கூறலாம். எல்லாவற்றையும் இவண் குறிப்பிடுவது இயலாதெனினும், சில முக்கியச் சான்றுகளை இங்குக் காண்போம்.

1. தனக்குத்தானே சர்கேடியன் தாளமுறையைக் காட்டும் பரிமாண அமைப்பின் மிக எளிய நிலையில் உள்ள உயிரினமான ரொட்டிக்காளானின் **(Neurospora crassa)** விதைக் கட்டு நிலை **(Sporulation)**, இத்தாளமுறைக்குட்பட்டதே. இவற்றின் மரபியல் பின்னணியும் விரிவாகக் கண்டறியப் பட்டுள்ளது.
2. பச்சைப் பாசியான அசிடோபுளோரியா-வின் தாளமுறைப் படியான கார்பன்-டை-ஆக்சைடு வெளியிடும் தன்மை.
3. தொடர்ச்சியாக இருளில் வைக்கப்பட்டுள்ள பச்சைப்பாசி யுக்ளினா கிராசிலிஸ்யின் தாளமுறைப்படியான ஒளியை நோக்கிய ஈர்ப்பு.
4. ஊடோகோனியம் என்னும் பாசியின் தாளமுறைப்படியான விதை **(Spore)** வெளியிடும் தன்மை.
5. இரட்டைக்கசையிழை உயிரியான 'கோனாயுலாக்ஸ் பாலியீட்ரா' வின் தாளமுறையிலான தொடர் ஒளியீடும், ஒளிச்சேர்க்கைத் தன்மையும், செல்பிரிவு.
6. முன்பே கண்டது போலத் தாவரங்களின் தூக்க நிலை ஆகியவற்றைச் சில சான்றுகளாகக் கூறலாம். இவைதவிர அணுக்களின் அளவு, டர்கார் அழுத்தம், புரதச் சேமிப்பு, பசுங்கணிகங்களின் அளவு மற்றும் தயாரிப்பு, இலைகளின் வெப்பம் தாங்கும் திறன், இலைத்துளை **(Stomata)** திறப்பின் அளவு, நீராவிப்போக்கின் அளவு, சுரத்தலின் அளவு, நச்சுத் தன்மைக்கு ஆட்படும் தாவரங்களின் திறன், நொதிகளின் (வேறுபட்ட) செயல்பாட்டுத்திறன், புரோட்டோபிளாசக் கொழகொழப்புத்தன்மை, சைட்டோபிளாச அலைச்சுற்றல், உட்செலுத்தப்படும் எரிசாராயத்திற்கு **(Alcohol)** ஆட்படும் தன்மை, கணநீர் உள்நச்சு முதலியனவும் இந்தத் தாளமுறைகளுக்கு உட்பட்டனவே. சுருங்கச் சொன்னால் தாவரங்களின் பெரும்பான்மையான செயலியல் **(Physiological)** செயல்களும் தாளமுறைப்படியே செயல்படுகின்றன. மேலும் எல்லாப் பூச்சியினங்களும் இத்தகைய பலதரப்பட்ட தாளமுறைகளைக் காட்டுகின்றன. இவற்றில் முட்டையிடும் செயல்கள்கூட (எ.கா. வெட்டுக்



படம் 3:

கரப்பான் பூச்சியின் கால் தொடையின் (**Femur**) குறுக்குவெட்டுத் தோற்றத்தை நுண்நோக்கியின் வழியே பார்க்கும்போது தினத்தாளமுறையாகக் கைடின் படிவம் தெரியவருகிறது.

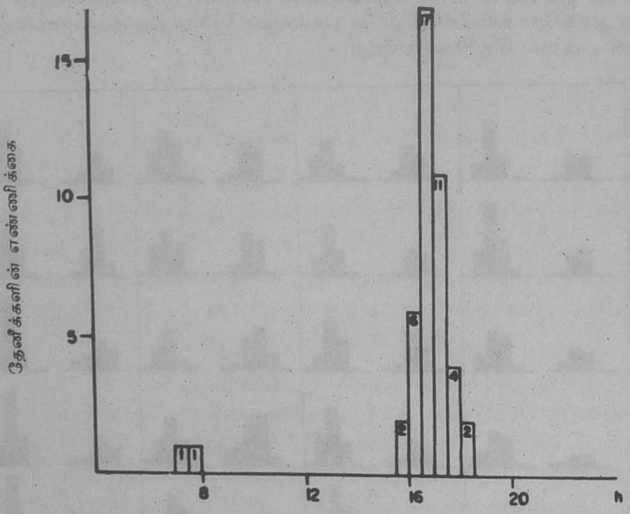


படம் 4:

கொசுவின் (**Armigeres subalbatus**) கொசுக்கடிச் செயல்பாட்டுச் சுழற்சி காட்டப்பட்டுள்ளது (பாண்டியன் மற்றும் சந்திரசேகரன், 1980).

கிளி – **Chorthippus curtipennis**) தாளமுறைக்குச் சிறந்த சான்றாகும். கொசு, பழ ஈ, தட்டான் மற்றும் பட்டுப்பூச்சிகளில் வளர்ச்சியடைந்த பூச்சிகள் 'பியூப்பா' நிலையினின்று மாறி உருப்பெறுவது சர்கேடியன் தாளமுறைக்கு உட்பட்டுத்தான். வெட்டுக்கிளி, லோகஸ்ட்ஸ், கரப்பான் பூச்சி போன்றவற்றில் கியூட்டிகிள் என்ற அடுக்கு தினமும்

வளர்ந்து படிவதும் தாளமுறைப்படி ஆகும். ஆர்வமுள்ள மாணவர்கள் ஒரு சிறு சோதனை மூலம் இதைச் செய்து பார்க்கலாம். இப்பூச்சிகளின் கால்களை மெலிதாகச் சீவி நுண்நோக்கியில் வைத்துப் பார்த்தால், கியூட்டிகிள் அடுக்குத் தாளமுறைப்படி படிந்திருப்பது தெரியவரும். கரப்பான் பூச்சியினங்களில் (**Periplaneta americana, Leucophaea, Blatta**) காணப்படும் ஓட்டச் செயல்கள், தாளமுறைக்குச் சிறந்த சான்றாகும். கொசுக்கடி கூடத் தாளமுறைக்கு உட்பட்டதே என்று சமீபத்தில் கண்டறியப்பட்டுள்ளது, (படம் 4, பார்க்க). பழமையான மற்றும் சிறப்பாகக் கண்டுணரப்பட்ட தாளமுறைக்குத் தேனீக்களின் காலம்-அறியும் தன்மையைக் கூறலாம், (படம் 5, பார்க்க).

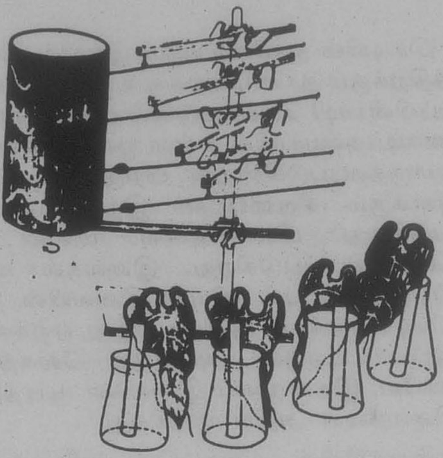


படம் 5: நேரம் (மணி)

16.00 — 18.00 மணி நேர இடையில் உணவு (சர்க்கரை நீர்) கொடுக்கப் பட்டபின் சோதனை உணவுக்கூடத்திற்கு வரும் தேனீக்களின் எண்ணிக் கையும் கணக்கிடப்பட்ட நாளில் உணவு உண்ணப்பட்ட நிலையும் காட்டப்பட்டுள்ளன.

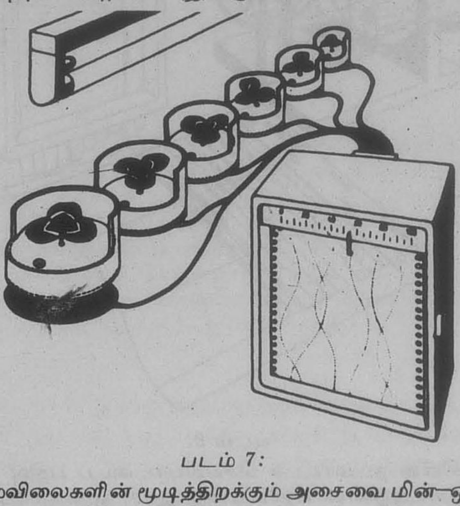
பதிவு முறைகள்:

செயலியல் ஆய்வுகளில் முக்கியமாகப் பார்க்க வேண்டியவை இரண்டு: 1. செயலியல் ஆய்வுக்குப் பயன்படும் பொருள்கள் தேவைக்குத்தக்கபடி கிடைக்குமா? 2. அவற்றைப் பதிவு செய்வதற்கான வசதிகள் உண்டா? என்பன. அதன்படி பார்க்கும்போது கடந்த 100 வருடங்களாகக் கையாளப்படும் இலை அசைவு பற்றிய ஆய்வுகள், இந்த உயிரியல் தாளமுறை



படம் 6:
இலைகளின் தூக்க அசைவைப் பதிவு செய்யும் மிக எளிய முறை: இங்கு இலைக்காம்பைச் சோதனைக்குழாயிலுள்ள ஹோக்லேண்ட் கரைசலில் படும்படியாக வைக்கும்போது தேவையான சக்தி பெறப்படுகிறது.

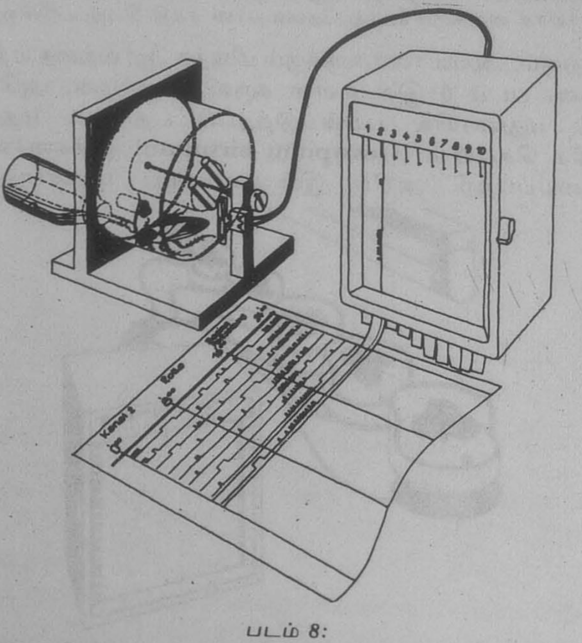
ஆய்விற்கும், ஆய்வாளர்களுக்கும் மிகுந்த ஆர்வத்தை ஏற்படுத்தியுள்ளன. படம் 6-இல் உள்ள கருவி, ஜெர்மன், அமெரிக்கா மற்றும் மதுரையில் பயன்படுத்தப்பட்டதாகும். மதுரையில் பருத்திச் செடியின் (**Gossypium hirsutum**) தூக்கசைவுத்தாள முறையைப்பற்றி அறிய இம்முறையைப் பயன்படுத்தினர்.



படம் 7:
ஆக்ஸாலிஸ் மூவிலைகளின் மூடித்திறக்கும் அசைவை மின்—ஒளி முறையில் பதிவு செய்யலாம்; இலைக்குமேல் உள்ள ஒளிக்கருவியின் மூலம் இலையின் நிழல், ஒளித்துகளின் மீது விழச்செய்து மின் அளவு மாற்றத்தைப் பதிவு செய்யலாம்.

ஆக்சாலிஸ்' செடியின் மூவிலைகளும் இரவில் மூடி, காலையில் திறந்து, மூடித்திறக்கும் தாளமுறைக்கு உட்பட்டே (படம் 7—இல் உள்ள அமைப்பின்படி) செயல்படுகின்றன. முதலில், ஒருபுறம் திறந்த கண்ணாடி அமைப்பில் உள்ள ஒளிப்பதிவுத் தட்டின்கீழ் இலைகள் பொருத்தப்படுகின்றன. பிறகு, விழும் ஒளியை மின் அளவில் அளக்கும் கருவியுடன் இந்த ஒளிப்பதிவுத்தகடு இணைக்கப்படுகிறது. மின் அளவு, மில்லி வோல்ட்டில் (மி.வோ.) கணக்கிடப்படுகிறது. இலைகள் மூடித்திறக்கும் போது ஒளிப்பதிவுத்தட்டில் விழும் இலையின் நிழல் எக்ஸ்-ஒய் பதிவில் படியெடுக்கப்படுகிறது. இது ஏற்கனவே அறிந்த மற்றக் கட்டுப்பாட்டிற்குள் அடங்கும் வேகத்தில் செயல்படுகிறது. எனவே, இதன்மூலம் இலைகள் மூடித்திறக்கும் இரு வேறுபட்ட நிலைகளை அறிய முடிகிறது.

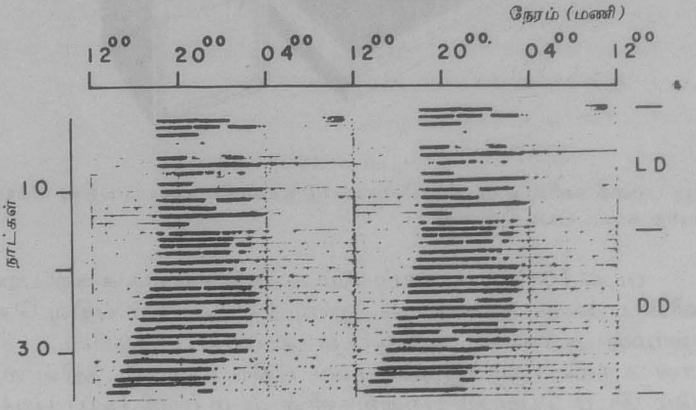
கரப்பான்பூச்சியின் நடமாட்டம் பற்றிய ஆராய்ச்சியைப் பற்றி இனிக் காண்போம். தேவையான அளவில் தேவைப்படும் இடங்களில் எளிதில் கிடைப்பதால் ஆராய்ச்சிகளுக்கு இவை



படம் 8:

கரப்பான் பூச்சியின் நடமாட்டச் செயல்பாட்டைப் பதிவு செய்ய உதவும் சக்கரச் செயல்பாட்டிற்கான எளியமுறை; பூச்சி நடக்கும்போது அதனுடன் இணைக்கப்பட்டுள்ள சக்கரம் சுற்றுவதால் அதன் ஏற்ற இறக்கங்கள் மின் கருவி மூலம் வரிவடிவில் (Actograms) பெறப்படுகிறது. இது பல நாட்களுக்கான வரிவடிவமாக அமைக்கப்படும்.

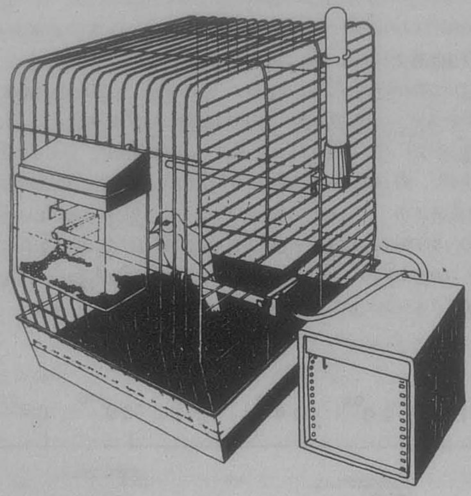
அதிகமாக உட்படுத்தப்படுகின்றன. படம் 8-இல் உள்ளது போன்ற அமைப்பில் உணவும், நீரும் ஒரு பஞ்சுத் திரி மூலம் உள்ளே செலுத்தப்பட்டு அவற்றின் நடமாட்டம் பற்றி அறியப் பட்டது. பறவைகளும், பாலூட்டிகளும் இவ்வகை சர்கேடியன் தாளமுறைக்குச் சிறந்த சான்றுகளாகும். மேற்சொன்ன (படம் 8-இல்) முறைப்படியே அணில், கெனியா பன்றி, ஹெம்ஸ்டர்ஸ், எலி போன்ற சிறிய பாலூட்டிகளையும் இத்தகு தாளமுறைக்காக ஆராயலாம். இருந்தபோதிலும் இச் சாதனத்தை அமைப்பது சற்றுக் கடினமாகும். இவற்றின் ஓட்டத் தாளமுறை முதலில் இருள்-ஒளி சுழற்சியிலும் பின் தனித்தனி யாகவும் ஆராயப்படுகின்றது (படம்-9, பார்க்க).



படம் 9:

வரிவடிவ வரைபடம் (**Actogram**); இந்திய எலியின் (**Mus booduga**) ஓட்ட மற்றும் தூக்கச் செயல்பாட்டின் நிலை இங்கு விளக்கப்பட்டுள்ளது. இதன் ஓட்டத்தின் அளவு சக்கரச் சுழற்சிக்கு ஏற்ப இருப்பதால் அதனுடன் இணைக்கப்பட்டுள்ள மின்காந்தக் கருவி அவற்றை அளக்கிறது. (620 ஈஸ்டர் லைன் அங்குஸ்நிகழ்வுப் பதிவுக்கருவியே இதற்காக அதிகம் பயன் படும் கருவியாகும்). தீவிரச் செயல்பாடு தடித்த கோடுகளிலும் மற்றவை மெல்லிய கோடுகளின் வாயிலாகவும் இணைக்கப்பட்டுள்ளது. விஸ்வநாதன், வெளியிடப்படாத ஆய்விலிருந்து).

உயிரியல் தாளமுறை பற்றிய தற்போதைய ஆராய்ச்சிகள் அதிகமாகச் சிறிய பாலூட்டிகள் அல்லது பறவைகளிடையே நடைபெறுகின்றன. இவ்வுயிரியல் தாளமுறைகளை ஏற்படுத் தவும் கட்டுப்படுத்தவும் செய்யும் ஹார்மோன்கள் மற்றும் கிரியா ஊக்கிகளைப் பற்றிய ஆராய்ச்சிகள் தற்போது அதிகமாக நடை பெறுகின்றன.



படம் 10:

சிறு பறவைகளில் ஏற்படும் செயல்பாடு/ஓய்வுநிலையைப் பதிவு செய்யும் முறை காட்டப்பட்டுள்ளது.

படம் 10-இல் காணப்படும் கூண்டு வடிவக் கருவி பறவைகளின் பறக்கும் திறனையும், ஓய்வு நிலையையும் பதிவு செய்ய ஜெர்மன் அறிவியல் அறிஞர்களால் பயன்படுத்தப்பட்ட சிறப்பான கருவியாகும். இதன் மூலம் புதிய உறைவிடத்தில் விடப்படும் இடம் பெயரும் பறவைகளின் முழு மணிநேரப் பறக்கும் செயல்பாட்டுத்திறனை ஆராயலாம். காரணம் இதன் தத்துவம் எளியது. பறவைகளை இக்கூண்டுக்குள் அடைத்து, பறக்க விடாமல் செய்யும்போது அவை கூண்டின் ஓரத்தில் உள்ள உருளையில் அமர்ந்து, கதவு திறக்கப்போகிறது என்ற நம்பிக்கையில் காத்திருக்கின்றன. அப்போது இந்த உருளையுடன் இணைந்த நுட்பக் கருவியில் இவற்றின் செயல்பாடுகள் வரி வடிவ எழுத்தாக உருமாற்றப்படும். ஒவ்வொரு முறையும் பறவைகள் பறக்க முயல்வதை இது வரிவடிவில் பதிவு செய்து கொள்ளும். பின்னர் இதைக் கணிப்பொறியில் **(Computer)** தருவித்துப் பறவைகளின் பறக்கும் கால அளவு மற்றும் செயல்பாட்டுத்திறனை அறியமுடியும்.

இந்த அத்தியாயத்திலிருந்து நாம் பெறும் முக்கிய விளக்கங்கள்:

1. உயிரியல் தாளமுறைகள் நம்மைச் சுற்றிக் காணக்கிடக்கின்றன.
2. இவற்றை எளிய கருவிகள் மூலம் அளவிடமுடியும்.

3. எந்தத் தாளமுறை எந்த உயிரினங்களைப்பற்றியது என்பது போன்ற நிர்ணயங்களை அதனதன் அறிஞர்களாலேயே முடிவு செய்ய இயலும்.

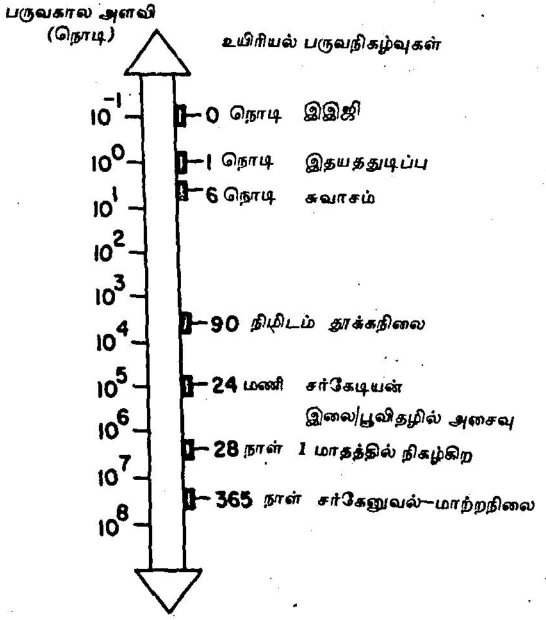
4. மருந்துகளின் திறன் குறித்தும் அவற்றின் வேதியல் அளவு அல்லது நச்சுத்தன்மை குறித்தும் இவ்வகையான ஆய்வு களை மேற்கொள்ள விழைவோர் தாவர இலை அல்லது பூவிதழ்களின் அசைவுத் தாளமுறைகளை மேற்கொள்வது சிறந்தது. ஏனெனில் இவற்றை நீரியல் வழிகளில் (தண்ணீர் மூலம்) செயல்படுத்துவது எளிது. தாவரங்களுக்குத் தேவைப்படும் நீரில் நமக்குத் தேவைப்படுமளவு வேதியல் பொருட்களையோ, நீரில் கரையும் பொருட்களையோ கரைத்து ஆராய்ச்சி செய்ய முடியும். ஆனால் வார, மாத, வருடக்கணக்கான உயிரியல் தாளமுறைகளைப் பற்றி ஆய்வு செய்ய விழைவோர் பல காரணங்களுக்காகப் பறவைகளை ஆய்வுப் பொருட்களாகத் தேர்ந்து எடுப்பதே நல்லது.

உயிரியல் தாளமுறையைப் பயிலும் இன்றைய மாணவர் களுக்குப் பலதரப்பட்ட ஆய்வுப் பொருள்களும் ஆய்வு முறைகளும் உள்ளன. இதற்காகப் பாடுபட்ட நம் அறிவியல் அறிஞர்களுக்கு நமது நன்றி உரித்தாகட்டும்.

அத்தியாயம் 2

சர்கேடியன் தாளமுறை

விலங்குகளின் நரம்பு செயல்களில், சில நொடிகளில் தோன்றி மறையும் தீ போன்றதொரு தாளமுறையை மிகக் குறுகிய தாளமுறைக்குச் சான்றாகக் கூறலாம். அறிவியல் முறைப்படி நிறுவப்பட்ட நீண்ட தாளமுறைக்குச் சர்கேனுவல் அதாவது வருடத்தாளமுறையைக் கூறலாம். முதலில் கூறியது, உடலின் உள்ளே மட்டும் தோன்றும் சாதாரண சர்கேடியன் தாளமுறையாகும். இரண்டாவது வெளிக்காரணிகளால் வருடக்கணக்கில் தோன்றும் வருடத்தாளமுறையாகும்: இது உடலின் உள்ளேயும் தோன்றலாம்.



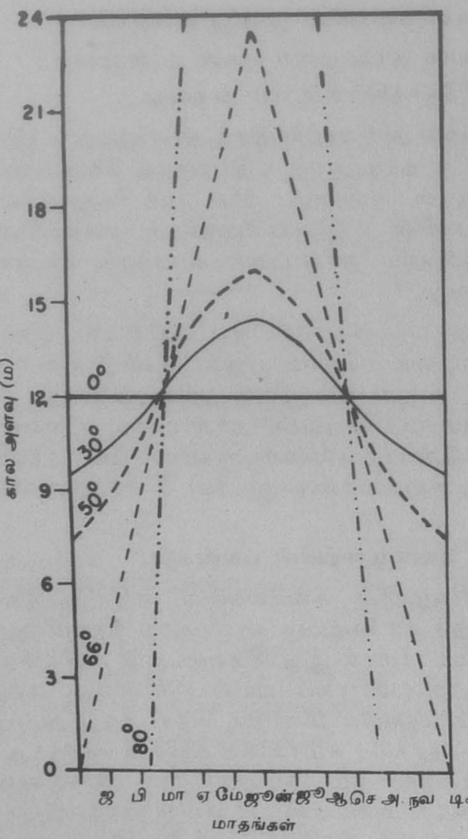
படம் 11:
ஒரு வினாடி முதல் ஒரு வருடம் முழுமை வரை இயற்கையில் ஏற்படும் வருடத் தாளமுறைகள் (மோர்–இடி மற்றும் பலர், 1982, – மாற்றியமைக்கப்பட்டது).

உயிரியல் தாளமுறையின் மூன்று வகைகள்:

1. சர்கேடியன் தாளமுறை (நாள் தாளமுறை);
   24 மணிநேரத்திற்குள் அடங்குவது.
2. கடல் அலை அல்லது சந்திரத் தாளமுறை; சந்திரன் தினமும் 50 நிமிடம் தாமதமாக உதிப்பதால் 24.8 மணி நேரமாகச் சந்திர நாள் உள்ளது. சில முதுகெலும்பில்லாத கடல் பிராணிகளின் இனப்பெருக்கச் சுழற்சியைப்போலச் சந்திரனுக்குரிய தாளமுறை சுமாராக 29 நாட்களுக்குள் அடங்குவது.
3. வருடத் தாளமுறை; 365 நாட்களில் அடங்குவது, வருடத் தாளமுறையை (நொடி முதல் ஆண்டு வரை உள்ள கால அளவை) வரைபடம் மூலம் குறிக்கும்போது, பொதுவாகத் தோன்றும் சர்கேடியன் தாளமுறை, இரண்டு குறைந்த மற்றும் நீண்ட எல்லைகளுக்கிடையே நடுவில் அமைந் திருப்பது சுவையானதாகும் (படம் 11, பார்க்க).

சர்கேடியன் தாளமுறையின் பயன்கள்:

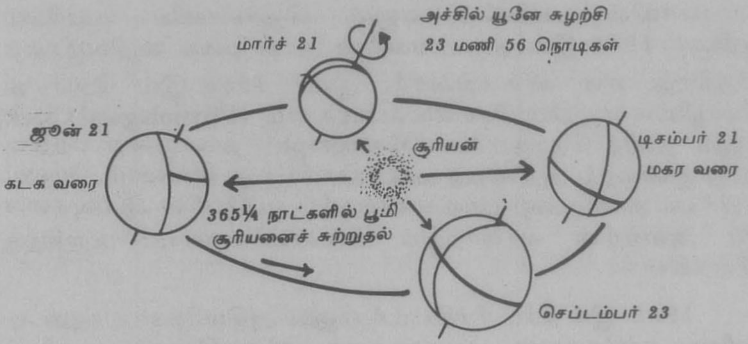
சுற்றுச்சூழலின் சவால்களை எதிர்நோக்க உயிரினங் களுக்கு இந்தச் சர்கேடியன் தாளமுறை உதவுகிறது. இதன்படி உயிரியல் கடிகாரமாக இது செயல்பட்டு உயிரினங்களுக்குரிய உயிர்க்கால அளவியாகப் பயன்படுகின்றது. சுற்றுச்சூழலில் வேகமாகவும் மீண்டும் மீண்டும் தொடர்ந்து நடக்கும் செயல் களை எதிர் நோக்கிச் சமாளிக்க உயிரினங்களுக்கு இவை மிக முக்கியமானவையாகும். கடலில் இரு அலைகளுக்கிடையே வாழும் உயிரிகள் அலைகளுடன் ஒன்றி வாழ்வதற்கு 24.8 மணி நேரக்கால அளவில் நீருக்கு வெளியே இருமுறையும் உள்ளே இரு முறையுமாகச் சென்று வருகின்றன. இதேபோல் மழை பெய்தல், பனிவீழ்தல், உறைபனி பெய்தல் என்பன போன்ற காலங்களின் கடின நிலைகள்கூட, சர்கேடியன் தாள முறையின் மூலம் எதிர்பாராத விதமாக நிலைநிறுத்தப்படுகின்றன. பல சமயங்களில் விலங்குகள் கூட இடம் பெயரும் பறவைகளைப் போல் பல ஆயிரம் மைல்கள் பயணம் செய்து அதிக வெப்பத்தையும் பகலையும் தவிர்க்கின்றன. மித அட்சரேகை மற்றும் பூமத்திய ரேகைக்கு அருகே பகல் கால அளவில் எவ்வளவு வேறுபாடுகள் ஏற்படுகின்றன என உணர்வது மிகவும் கடினமாகும் (படம் 12: பார்க்க) இருந்தபோதிலும் ஆர்டிக் — அண்டார்டிக் துருவப் பிரதேசங்களில் தீவிரமாக ஏற்படும் இருள் மற்றும் ஒளியை நம்மால் உணரமுடியும். இங்கு உச்சக்கட்டக் கோடைக் காலத்தில் சூரியன் மறைவதே இல்லை. அதே போல் குளிர்கால மத்தியில் சூரியன் தோன்றுவதே



படம் 12:

காலங்களில் ஏற்படும் பகல் அளவின் மாற்றம்;
0°—பூமத்தியப் பகுதி; 30°N—நியு ஓர்லியன்ஸ்; 50°N—பிராங்பர்ட்;
66°N—ஆர்டிக் பகுதி; 80°N—வடக்கு ஸ்பிட்ஸ்பெர்ஜன்,
(அயன்ஸ் மற்றும் ஒயிட்பில்ட், 1982— மாற்றியமைக்கப்பட்டது).

இல்லை. பூமி சூரியனைச் சுற்றி வருவதால் ஏற்படும் கால மாற்றங்களைப் பற்றிப் படம் 13-இல் விவரிக்கப்பட்டுள்ளதைக் காண்க. மிகக்குளிர் பிரதேசங்களில் பகலின் கால அளவு 6 முதல் 10 நிமிடங்கள் வரை நாள் தோறும் வேறுபடுகிறது. இவற்றை முன்கூட்டியே அறியமுடியும். இவ்வாறான கால மாற்ற அளவைத்தவிர வேறு எந்தச் சுற்றப்புற வேறுபாட்டையும் முன்கூட்டியே நம்மால் அறியமுடிவதில்லை. இயற்கையான ஒரு நாளின், பகல்-இரவு சுழற்சியினால் ஏற்படும் சர்கேடியன்



படம் 13:
சூரியனுக்கு ஏற்பப் பூமியின் சுற்று.

நாள் தாளமுறை பகலின் கால அளவில் படிப்படியாக ஏற்படக் கூடிய பரிணாம மாற்றங்களைப் பெற்றிருக்கிறது.

வரலாற்றுப் பின்னணி:

கால அறிவியல் (**Chronobiology**) என்னும் பிரிவு நமது கல்லூரி மற்றும் பள்ளி மாணவர்களுக்குப் புதியதாகும். என்றாலும் கி.மு. 4ஆம் நூற்றாண்டில் வாழ்ந்த ஆண்ட்ரோஸ் தினிஸ் எனும் கிரேக்கத் தத்துவ அறிஞரால் ஏற்கனவே இது எடுத்தாளப்பட்டுள்ளது. இந்தியாவை நோக்கி மாவீரர் அலெக் ஸாண்டர் படையெடுத்து வந்தபோது அவருடன் வந்திருந்த ஆண்ட்ரோஸ்தினிஸ் 'புளிய மரத்தின் இலைகள் பகலில் திறந் தும் இரவில் மூடியும் இருக்கின்றன' என்று குறிப்பிட்டிருந்தார். அன்று முதல் இன்றுவரை பலதரப்பட்ட தூக்கசைவுத் தாள முறையைப்பற்றிய குறிப்புகள் வெளியிடப்பட்டு வருகின்றன.

தொட்டாற்சிணுங்கி (**Mimosa pudica**) இலைகளின் தூக்கசைவைப்பற்றி 1729ஆம் ஆண்டு பிரான்சு தேச வான ஆய்வாளர் விளக்கியிருந்தார். இவரின் கூற்றுப்படி, குகையின் இருட்டில் இச்செடி தொடர்ந்து இருக்கும்போது இத்தூக்க அசைவு நிலைத்திருக்கிறது. சுமார் 150 வருடங்களுக்கு முன், (1832-இல்) டி-கண்டோல் என்பார் இத்தாவரம் இருட்டில் இருக்கும்போது 22-23 மணி எனும் குறைந்த அளவுத் தாள முறையைக் காட்டுகிறது எனக் கண்டறிந்தார். இதுவே முதன் முதலில் பதிவு செய்யப்பட்ட தாளமுறைக் குறிப்பாகும். சார்லஸ் டார்வின் 1880-இல் எழுதும்போது, "தாளமுறை என்பது தாவரத்திற்கே உரிய பரம்பரைச் சொத்து" என நம்பினார்: இப்பாரம்பரியத் தன்மையை வில்ஹிம் பப்பேர் (1845-1920) என்பார் சோதனை மூலம் விளக்கினார்.

எர்வின் பன்னிங் எனும் ஜெர்மானிய உயிரியல் அறிஞர் 1935-இல் தாவரங்களின் தாளமுறை வழிவழியாக வருகிறது என விளக்கினார். இவர் 1958-இல் ஜெர்மன் மொழியில் எழுதிய 'செயலியல் கடிகாரம்' (Physiological Clock) எனும் தனித் தொகுப்பே (Monograph) தாளமுறை பற்றிய நமது இன்றைய அறிவிற்கு அடித்தளமிட்டது எனலாம். மேலும் உயிரியல் தாளமுறை பற்றிய வில்ஹிம் பப்பேரின் ஆய்வுகளையும் அவற்றின் வரலாற்றுப் பின்னணிகளையும் உலகிற்கு விளக்கினார்.

1922-இல் கர்ட் ரிச்சிட்டர் எனும் அமெரிக்கர் பாலூட்டிகளின் சர்கேடியன் கடிகாரத்தை விளக்கினார். மனிதர்களிடையே உள்ள சர்கேடியன் தாளமுறைகளை 1962-இல் அஸ்கோப் மற்றும் வீவர் என்ற இருவரும் சோதனைகள் மூலம் விளக்கினர். கால நேரத்தை நினைவுபடுத்தும் வெளிக்காரணிகளால் பாதிக்கப்படாமல் பாதுகாக்கப்பட்ட தனிமையில் உள்ள மனிதனின் உயிரியல் தாளமுறை பற்றி அஸ்கோப் ஆராய்ச்சி செய்தார். பிரன்ஸ் ஹெல்பர்க் எனும் அமெரிக்கரும் கால உயிரியல் (Chronobiology) பிரிவின் வளர்ச்சி ஆய்வில் பெரும் பங்கு வகித்துள்ளார் என்பது குறிப்பிடத்தக்கது. உள்ளார்ந்த பகலிரவுத் தாளமுறை (Endodiurnal), பகலிரவுத் தாளமுறை (Diurnal), தினத்தாளமுறை அல்லது இரட்டைத்தாளமுறை எனப்பல பெயர்கள் புழக்கத்திலிருந்த போதே 1959-இல் 'சர்கேடியன்' என்ற வார்த்தையை இவரே உருவாக்கினார்.

1982-இல் மோர்-எடி மற்றும் சிலர் இணைந்து ஆங்கிலத்தில் எழுதிய 'நமக்கு நேரமாகும் கடிகாரம்' (The Clock that Time Us) எனும் நூல் உயிரியல் தாளமுறையில் நாளிதுவரை ஏற்பட்டுள்ள வளர்ச்சிகளைச் சிறப்பாக வரையறுத்துக் காட்டுகிறது. இதுவும் எர்வின் பன்னிங் எழுதிய ஆய்வுக் கட்டுரைகளும் மேலும் விளக்கம் பெற உதவும்.

வரலாற்றுச் சச்சரவுகள்:

தாளமுறை, உடலின் உள்ளே (அகத்தே) தோன்றுகிறதா (Endogenous) அல்லது வெளியே (புறத்தே) தோன்றுகிறதா (Exogenous) என்பது குறித்த வரலாற்றுப்பூர்வ வாக்குவாதங்கள் இரு பிரிவினரிடையே நிலவுகின்றன. தாளமுறை வெளியே தோன்றுகிறது என வாதிடுவோர் பூமியின் சுழற்சியினால் ஏற்படும் புவியியல் காரணிகளான மண்ணியல் புலம், மின் காந்தப் புலம் இவற்றால் ஏற்படும் வேறுபாடுகள், காஸ்மிக் கதிர்களில் ஏற்படும் ஏற்றத்தாழ்வுகள் இவையாவும் சர்கேடியன் தாளமுறையை ஏற்படுத்துகின்றன என்று வாதிடுகின்றனர்.

குறிப்பாக, பேராசிரியர் 'பிராங்-எ-பிரௌவுன்' மற்றும் அவரது குழுவினர் இந்த வாதத்தைப் பலமாக ஆதரிக்கின்றனர். இதனைச் சோதனை மூலம் சரி அல்லது தவறு என நிருபிப்பது கடினமாகும். தவறு என நிருபிக்க விண்வெளியில் உயிரியல் தாளமுறையைச் சோதிக்க வேண்டும். பிரௌவுன், ஹெஸ்டிங், பால்மர் மூவரும் இணைந்து எழுதிய ஒரு நூலில் இதுபற்றி விளக்கும்போது இருவிதக் கருத்துகளைக் கூறியுள்ளனர். மேலும் உயிரியல் தாளமுறை என்பது செல் அமைப்பின் வெளியே தோன்றுவதாக ஒரு கற்பனையில் விளக்கியுள்ளார்.

உயிரியல் தாளமுறைகளின் தோற்றம்:

உயிரியல் தாளமுறை உலகம் முழுவதும் ஏற்படுகிறது. இவற்றின் செயல்கள், ஒத்துப்போகும் தன்மை ஆகியன தெளிவாக உள்ளன. என்றாலும் இவற்றின் தோற்றம் பற்றிக் கூறுவது மிகவும் கடினமாகும். சில தாளமுறைகள் 24 மணி நேரம் எனும் இயற்கை நாளில் தோன்றுகின்றன. இயற்கையின் நெருக்கத்திற்கு (மாற்றத்திற்கு) ஏற்ப இவை இருள் – ஒளிச் சுழற்சியுடன் இணைந்த சுற்றுக்கு ஆட்படுகின்றன. இதனையே சர்கேடியன் (நாள்) தாளமுறை என்கிறோம். சந்திர அல்லது 'பிறைச் சந்திரத் தாளமுறைகள் மற்றும் ஆண்டுத் தாளமுறைகள் ஒன்றுக்கு மேற்பட்ட தாளமுறைகளின் இடைப்பட்ட செயல்களால் தோன்றுகின்றன. உள்ளும் வெளியிலுமாகத் தோன்றும் ஒத்த சில சந்தர்ப்பங்களே இவ்வகையான நீண்ட தாளமுறைகளைத் தோற்றுவிக்கின்றன. சில நேரங்களில் சர்கேடியன் தாளமுறை, உயிரினங்கள் சமுத்திரத்திலிருந்து நிலத்திற்குப் பெயரும் போது ஏற்படுகிறது. சமுத்திரச் சூழ்நிலை நிலையான தன்மையுடையது; ஆனால் நிலத்தின் சூழ்நிலை பல்வேறு சுற்றுப்புறக் காரணிகளால் ஓர் இரவுக்குள் அல்லது பகலுக்குள் வேறுபடுகிறது.

சர்கேடியன் தாளமுறை எனும் வார்த்தை முதலில் உருவாக்கப்பட்டபோது அது உயிரியின் உள்ளே சில மணி நேரங்களில் தோன்றும் தாளமுறைகளை மட்டுமே குறித்தது. ஆனால் 24 மணி நேர அளவில் தோன்றும் எல்லாத் தாளமுறைகளும் சர்கேடியன் தாளமுறையே என ஏட்டளவில் தற்போது ஏற்றுக் கொள்ளப்பட்டுள்ளது. எனவே மாணவர்கள் இவற்றின் எல்லாக் குணாதிசயங்களையும் முழுவதுமாகத் தெரிந்து வைத்திருப்பது மிகவும் நல்லது.

உண்மையான சர்கேடியன் தாளமுறை என்பது:

1. நிலையான இருளிலோ, ஒளியிலோ மற்றும் நிலையான வெப்ப நிலையிலோ ஆய்வகத்தில் நிரந்தரமாக இருக்கும்.

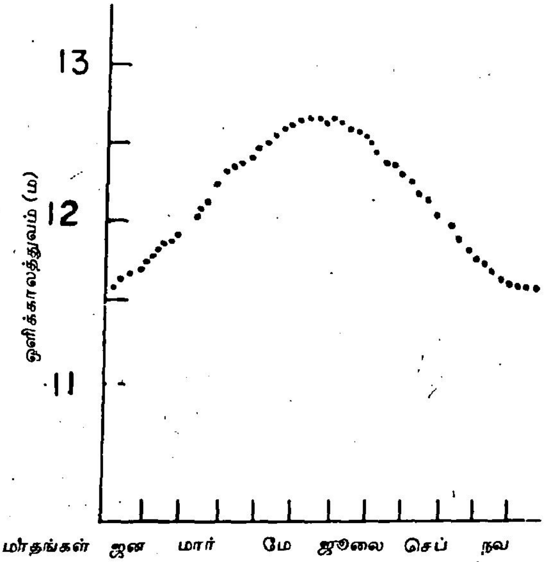
2. இத்தகைய நிரந்தரத் தாளமுறை சுயமாகச் செயல்பட்டு ஏறத்தாழ 24 (±3) மணி நேர அளவில் செயல்படுகிறது. இதில் ±3 மணி நேரம் வெப்பநிலையின் மாற்றங்களால் சரி செய்யப்பட ஏதுவாக இருப்பதால் இருள்—ஒளி மற்றும் வெப்பநிலை சுழற்சியால் மறு சீரமைக்கப்படுகிறது.

இந்நூலில் இனிவரும் அத்தியாயங்கள் சர்கேடியன் தாளமுறையைப்பற்றி மட்டுமே தெளிவாக விளக்குகின்றன.

அத்தியாயம் 3

ஒளி, வெப்பம் மற்றும் சர்கேடியன் தாளமுறை

வேறுபட்ட சுற்றுச்சூழல் காரணிகளில் ஒளியைப் பயன் படுத்திச் சர்கேடியன் தாளமுறையைப் பற்றி அறிவது மிகச் சிறப்பானதாகும். இருள்-ஒளிச் சுழற்சிக்குச் சூரிய உதயம் அல்லது மறைவே காரணமாகிறது. உலகில் அனைத்துச் சர்கேடி யன் தாளமுறைகளும் ஒன்றிணைந்து செயல்பட இது காரண மாகிறது. முன்பு குறிப்பிட்டபடி ஒரு குறிப்பிட்ட காலத்தில் குறிப்பிட்ட நாட்கணக்கில் ஏற்படும் சூரிய உதயம் மற்றும் மறைவு நேரங்கள் நிலையானவை; மாறுபாடு அற்றவை. பூமத்திய ரேகைக்கு 10° வடக்கில் உள்ள மதுரையில் குறுகிய இரவுடன் கூடிய (நீண்ட பகலுடைய ஜூன் 21-க்குப் பிறகு) அல்லது நீண்ட இரவுடன் கூடிய (குறுகிய பகலுடைய டிசம்பர்



படம் 14:

மதுரை நகருக்கான ஒரு வருடத்தின் பல மாதங்களுக்குரிய பகலின் அளவு (உஸ்மான், 1981 — டாக்டர் பட்ட ஆய்வுக் கட்டுரை, மதுரை காமராசர் பல்கலைக்கழகம்).

21-க்குப் பிறகு) ஒரு பகலின் நாளொன்றின் கால அளவு சுமார் 0.29 நிமிடங்கள் வேறுபடுகிறது. இதனுடன் ஒப்பிடும் போது, மற்றச் சுற்றுச்சூழல் காரணிகளின் ஏற்றத்தாழ்வுகளால் உயிரியல் கடிகார நிகழ்வுகளைச் சரியாகக் கணக்கிட முடியவில்லை.

சர்கேடியன் தாளமுறையைப் பாதிக்கும் ஒளியின் காரணிகளாவன:

1. இருள்-ஒளிச் சுழற்சியின் ஒன்றிணைந்த காரணிகள்,
2. ஒய்வு அல்லது செயல்பாட்டின் மீது ஒளிஅடர்த்தியின் பாதிப்புகள் (இதுவே சர்கேடியன் விதி அல்லது அஸ்கோப் விதி எனப்படும்),
3. ஒளிக்கால நிகழ்ச்சியில் ஒளியின் பாதிப்புகள்,
4. ஒரே நிற ஒளியின் பாதிப்புகள், என்பனவாகும்.

ஒளியினால் ஏற்படும் ஒத்திசைந்த சர்கேடியன் தாளமுறைகள்:

சர்கேடியன் தாளமுறையை இனங்காட்ட, மூன்று முக்கிய காரணங்களைக் கூறலாம்.

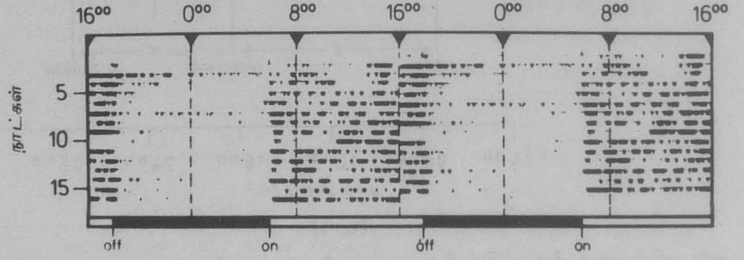
1. இருள்-ஒளிச் சுழற்சியால் ஒத்திசைந்து ஏற்படுவது,
2. நிரந்தர ஒளி, இருள்-ஒளிச்சுழற்சி அல்லது சற்றேறக்குறைய 24 மணி நேர அளவில் ஏற்படுவது,
3. இருள்-ஒளித் துடிப்பிற்கு ஏற்ப அல்லது நிரந்தரமான ஒளி-இருள்/இருள்-ஒளி மாறுபாடுகளுக்கு ஏற்ப, வேகமாக அல்லது மெதுவாக ஏற்படும் உயர்வு நிலையிலும் தாளமுறையற்ற நிலையில் தோன்றும் வெப்பத்தில் அல்லது வேதிப் பொருட்களின் கலக்கத்தில் தோன்றும் நிலையிலும் ஏற்படுவது, என்பனவாகும்.

இயற்கையின் எல்லாச் சர்கேடியன் தாளமுறைகளும் ஒத்திசைந்தவைகளே. தினத்தாளமுறை, பகலிரவுத்தாளமுறை, இரவுத்தாளமுறை, பகல்தாளமுறை எனப் புழக்கத்திலிருக்கும் எல்லாச் சொற்களும் சர்கேடியன் தாளமுறை அல்லது தினத் தாளமுறையையே குறிக்கும் என்றாலும் மாணவர்கள் 'சர்கேடியன் தாளமுறை' என்ற வார்த்தையையே பயன்படுத்தல் சாலச்சிறந்தது.

இயற்கையில் செயல்படும் சர்கேடியன் தாளமுறை, ஆர்டிக்/அண்டார்டிக் பிரதேசக் கோடை அல்லது குளிர் காலங்களின் சில வாரங்களுடன் இணைந்து செயல்படுகிறது. மனிதன், குகைகளிலோ, செயற்கையான தனிமையிலோ வாழும்போது இத்தாளமுறை சுயமாகச் செயல்பட ஏதுவாகிறது. அதே போன்று குகைகளில் நிரந்தர இருளில் வாழும் மிருகங்க

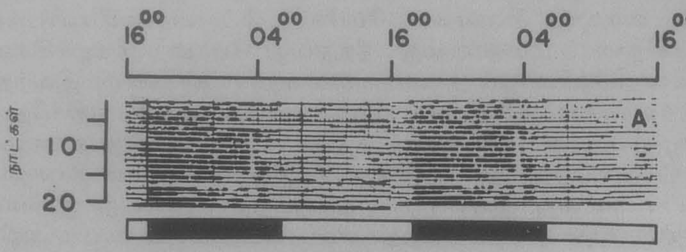
ளிடையே இத்தகைய நிலை ஏற்படுகிறது. ஆழ் கடலின் ஆழத்தில் வாழும் சிலவகை மேலோட்டுப் பிராணிகளிடத்தில் ஆக்சிஜன் உட்கொள்வது, நீந்துவது போன்ற நிகழ்ச்சிகளில் இவை தெளிவாகக் காணப்படுகின்றன. காரணம்: இவற்றின் 'லார்வாக்கள்' நீரின் மேல் பரப்பில் வந்து ஒளியை எதிர்நோக்கி வாழக்கூடியன. பின் இவை ஆழ்கடலினுள் சென்று தாளமுறையைப் பின்பற்றத் துவங்குகின்றன. இது சர்கேடியன் தாளமுறையிலா, அல்லது இயல்பாக ஏற்படுகிறதா, அல்லது இரண்டும் ஒத்திசைவதால் ஏற்படுகிறதா என்பனபற்றி இன்னமும் அறியப் படவில்லை.

ஒத்திசைந்த சர்கேடியன் தாளமுறையைப் பற்றிய பல உண்மைகள், நம்மைச் சுற்றியே காணலாம். சான்றாக, விலங்குகள் மற்றும் தாவரங்களின் பகல் அல்லது இரவின் செயல்பாடுகளை இவையே கணிக்கின்றன. பறவைகளும் பகலில் நடமாடும் அணில் போன்ற பிராணிகளும் விடியலில் எழுவதற்கு இந்தத் தினசரி வாழ்க்கைச் செயல்பாடுகள் காரணமாவது போலச் சூரிய மறைவிற்குப்பின் எழும் சில விலங்குகளான (இரவுப் பிராணிகள்) வெளவால், ஆந்தை, எலி, கிரிக்கெட் பூச்சி, கரப்பான் பூச்சி, அந்திப்பூச்சி போன்றவைகள் இரவில் நடமாடவும் இந்தச் செயல்பாடுகள் காரணமாகின்றன. இத்தகைய செயல் அல்லது ஓய்வுநிலையைச் செயற்கையாகச் சோதனைச் சாலையில் இருள்-ஒளிச் சுழற்சியைக்கொண்டு உருவாக்கலாம். ஒத்திசைந்த தாளமுறையைப் பற்றிய சோதனைக்கூட ஆராய்ச்சிகள் எளிதானவை. ஒளி அடர்த்தியை வேறுபடுத்தி, ஒளி அளவை மாற்றவும் இருட்டிற்குபதில் மங்கலான வெளிச்சத்தை ஏற்படுத்தி, நட்சத்திர அல்லது நிலவின் ஒளியை ஏற்படுத்தவும் இச்சோதனையின் மூலம் இயலும், (படம்-15 மற்றும்



படம் 15:

பனை அணிலின் இருள்—ஒளி சுழற்சியால் ஏற்படும் பகல் செயல்பாட்டுத் தன்மை; கருப்புப்பட்டைக்கோடு இருளில் எவ்வளவு மணி நேரம் உள்ளது என்பதைக் குறிக்கிறது. (உமா, 1981,—டாக்டர் பட்ட ஆய்வுக்கட்டுரை, மதுரை காமராசர் பல்கலைக்கழகம்).



படம் 16:

இருள்—ஒளி சுழற்சியால், இரவில் செயல்படும் இந்திய வெளவால் வகையில் ஏற்படும் பறக்கும் செயல்பாட்டுத்திறன் பற்றி விளக்கப் பட்டுள்ளது. கருப்புப்பட்டைக்கோடு இருளில் எவ்வளவு மணிநேரம் உள்ளது என்பதைக் குறிக்கிறது. (ஸ்ரீபதி, 1982 — டாக்டர் பட்ட ஆய்வுக் கட்டுரை, மதுரை காமராசர் பல்கலைக்கழகம்).

16-பார்க்க). இருள்-ஒளிச் சுழற்சியினுடைய செயலின் ஆரம் பத்தைக்கூட நிகழ்ச்சி ஒளிப்பதிவு மூலம் பதிவு செய்யலாம். ஒத்திசைந்த தாளமுறையை ஏற்படுத்தக்கூடிய உடலின் நிகழ்வு களும் இருள்-ஒளிச் சுழற்சி செயலும் அதற்கொப்பச் செயல் படும் உயிரியல் சம்மதமும் ஒன்றுக்கொன்று தொடர்பு கொண்டுள்

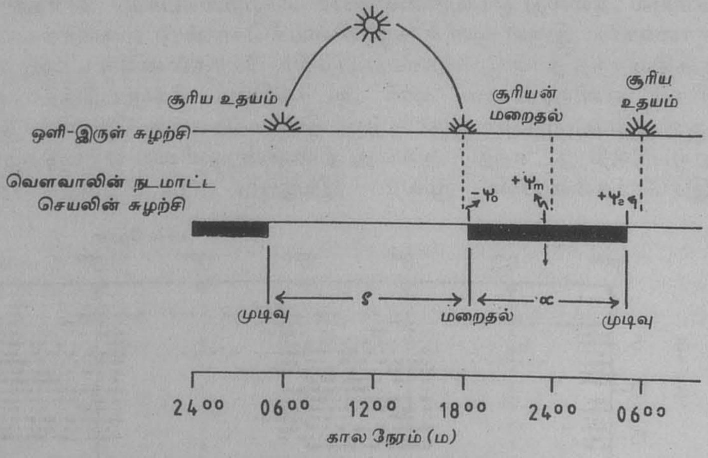


Fig. 17

அல் விலங்குகளில் (இரவில் நடமாடுபவை) கோண மாற்றம் (ψ) எவ்வாறு உள்ளது என்பது வரைபடமாக விளக்கப்பட்டுள்ளது. சூரிய அஸ்தமனத்திற்குப் பிறகு அதன் செயல்பாடு, பின்னடைவு ஏற்பட்டால் ψ என்பது எதிர்மறையாகவும் (— ψ), மாறாக இருப்பின் நேர்மறை யாகவும்) (+ ψ) உள்ளது. (மாரிமுத்து, 1982—டாக்டர் பட்ட ஆய்வுக் கட்டுரை, மதுரை காமராசர் பல்கலைக்கழகம்).

ளன. இதனையே கோண இயல்பு நிலை அல்லது கோண மாற்றம் (ψ) என்பர். விலங்குகளின் நேர்மறையான இக்கோண மாற்றத்தைக் குறித்துச் சொல்லும்போது அவை உடலைத் தூண்டும் நிகழ்ச்சிகளை (சம்பவங்களை) எதிர்நோக்குகின்றன; மாறாக எதிர்மறையான கோணமாற்றத்தைக் குறித்துச் சொல்லும்போது தூண்டல் நிகழ்வுக்குப் பின் அவை எழுந்து செயல்பட முயலுகின்றன (படம்-17 பார்க்க).

ஒத்திசைந்த தாளமுறையின் எல்லைகள்:

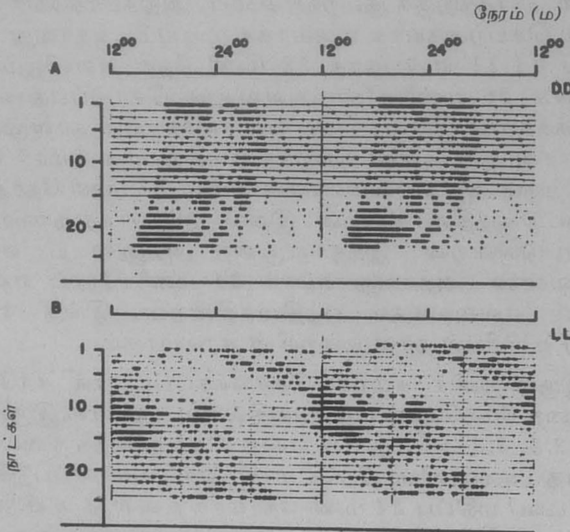
ஒத்திசைந்த தாளமுறைக்குச் சில எல்லைகள் உள்ளன. 24 மணி நேரத்திற்குக் குறைவாகவோ, அதிகமாகவோ இதனை நம்மால் செயற்கையாக உருவாக்க முடியும். அதாவது, இருள்-ஒளியை 11:11 என்பதாக 22 மணி நேர அளவிலும் 13:13 என்பதாக 26 மணி நேர அளவிலும் கொடுப்பதால் இதை உருவாக்கலாம். இவ்வாறாகப் பல சர்கேடியன் தாளமுறைகள், அசாதாரண நாட்களில் குறைந்த எல்லையான சுமார் 19 மணி நேரத்திற்கும் அதிக எல்லையான சுமார் 27 மணி நேரத்திற்கும் இடைபட்டு ஒத்திசைகின்றன. இவை குறிப்பாகத் தாவரங்களில் காணப்படுகின்றன. இத்தாளமுறை அதனுடைய 'எய்கென் பிரிக்குவன்ஸ்' அதாவது சுமார் 24 மணி நேரம் என்ற சுய அளவின் எல்லைக்குள் ஒத்திசைகின்றன, இங்கு τ (டவ்) என்பது உயிரியல் தாளமுறையின் காலமாகும்.

இருள்-ஒளிச் சுழற்சி கொடுக்கப்பட்டால் சர்கேடியன் தாளமுறை மேற்கொள்ளப்படுவதில்லை. ஆனால் இருள்-ஒளிச் சுழற்சி 2:2, 3:3 அல்லது 4:4 என்ற மிகக்குறைந்த நிலையிலிருக்கும்போது அவை வியப்பிற்கிடமாகி மேற்கொள்ளப்படுகின்றன. இங்கு (டவ்) மதிப்பு 24 மணி நேரமாக உள்ளது. உயிரினங்கள் இந்த 24 மணி நேரத்தைக் கணக்கிடத் தங்களுக்குள் ஒரு முறையைக் கொண்டுள்ளன. எனவேதான் இருள்-ஒளிச் சுழற்சி 5:5 மேலும் 7:7 என்ற அளவில் இருக்கும்போது சர்கேடியன் தாளமுறை மேற்கொள்ளப்படுவதில்லை. இங்கு 24 மணி நேரத்தை 5 அல்லது 7-இல் வகுக்க இயலாது என்பது குறிப்பிடத்தக்கது.

ஒளிக்கால மையம்:

இருள்-ஒளிச் சுழற்சியில் உள்ள ஒளி நேரத்தையே 'ஒளிக் காலம்' என்று சிலர் தவறாகப் பயன்படுத்துகின்றனர். இதற்குப் பதிலாக ஒளிநிலை என்னும் பதத்தால் இருள்-ஒளிச் சுழற்சியிலுள்ள ஒளி நேரத்தை விளக்கலாம். சர்கேடியன் தாளமுறை விலங்குகளில் ஒத்திசைவதற்கு இந்த இருள்-ஒளிச் சுழற்சியின் ஒளிநேரம் சில மணிகளாகவோ, நிமிடங்களாகவோ, நொடிகளாகவோ கூடப் போதுமானதாக இருக்கும். இதற்குக் காரணம்

இங்கு இருளுடன் ஒளியும் உள்ளது. இதற்கு மாறாக இருளில் மட்டும் சர்கேடியன் தாளமுறை ஒத்திசைவதற்குக் குறைந்தது இரண்டு மணி நேரமோ அல்லது அதற்கு மேலோ ஒளிநிலை தேவைப்படும். இந்நிலையில் துவக்கத்திலும், இறுதியிலும் நொடிப்பொழுது நேரம் ஒளியை ஒளிரச்செய்தால் இருமுறை துடிப்பு ஏற்பட ஏதுவாக இருக்கும். இப்படி ஈரொளித்துடிப்பு களை 14 மணி நேரத்திற்குப் பிறகு கொடுக்கும்போது இது 14:10 என்ற விகிதத்தில் இருள்-ஒளிச் சுழற்சியைப் பெறுகிறது. இத்தகைய இருள்-ஒளிக் காலம் ஒளிக்கால மையம் அல்லது காலமையம் எனப்படும்.

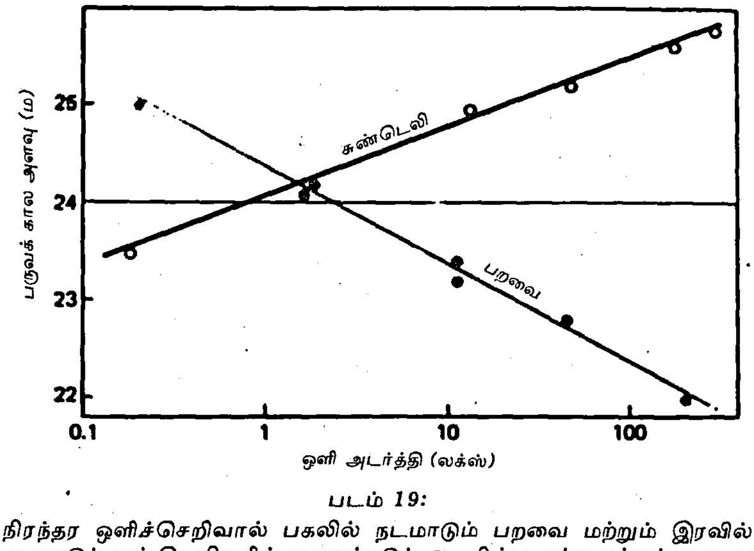


படம் 18:
சுண்டெலியில் காணப்படும் நடமாட்டச் செயல்பாட்டின் சுயமான தாளமுறை நிரந்தர இருளில் A பகுதியாகவும் நிரந்தர ஒளியில் B பகுதியாகவும் உள்ளது. (T என்பது < 24 நிரந்தர இருளையும்; > 24 நிரந்தர ஒளியையும் கொண்டுள்ளது). (விஸ்வநாதன், வெளியிடப்படாத ஆய்விலிருந்து).

இயைந்த செயல்கள் :

சர்கேடியன் தாளமுறையில் வியத்தகு செய்தி யாதெனில், அது நிரந்தர வெப்பத்திலும் நீடித்திருப்பதாகும். இதனால்தான் தாவரங்களும் விலங்குகளும் இரவையும் பகலையும் நினைவில் கொள்கின்றன. இத்தகு நேரம் மெல்ல தளர்ந்திடும்போது உயிரியல் கடிகாரம் புவியின் 24 மணி நேரத்தைவிட வேகமாக (< 24 மணி) அல்லது குறைவாக (> 24 மணி) செயல்படு

கின்றது. தாளமுறையின் இயைந்த செயல்கள் பலதரப்பட்ட உள் மற்றும் வெளிக்காரணிகளால் பாதிக்கப்படுகின்றன. மிகவும் முக்கியமான உள்காரணி, மரபியல் காரணியாகும். தாளமுறையின் இயைந்த செயலின் காலஅளவுகளை இதுவே நிர்ணயிக்கிறது. இதற்கு எய்கென்பிரிக்குவன்ஸ் என்பர். மிகவும் சிறப்பாக அறியப்பட்ட வெளிக்காரணியாக நிரந்தர ஒளிக் காலத்திலுள்ள ஒளியின் அடர்த்தியைக் கூறலாம். குறிப்பாக இதுபற்றி விலங்குகளில் அதிகமாக ஆராய்ச்சிகள் நடந்துள்ளன. ஜூயுர்ஜென் அஸ்கோஃப் எனும் ஜெர்மானிய அறிவியலாளர், "நிரந்தர ஒளி அடர்த்தி அதிகமானால் இரவில் நடமாடும் விலங்குகளின் நடமாட்ட நேரமும் அதிகரிக்கும்; குறைந்தால் அதுவும் குறைந்துவிடும்" என்று விளக்கினார். இதனையே அஸ்கோஃப் விதி என்பர். பறவைகளுக்கும் சில இந்திய வெளவால் வகைகளுக்கும் இது உண்மையாகப் பொருந்தி னாலும் இந்திய அணில் வகைகளுக்கும் வேறு பல விலங்குகளுக் கும் இது விதிவிலக்காக உள்ளது. சர்கேடியன் தாளமுறையின் செயல்: ஓய்வு விகிதாச்சாரம் மற்றும் கோணஇயல்பு நிலை (கோணமாற்றம்) முதலியன நிரந்தர ஒளியிலோ, நிரந்தர இருளிலோ ஏற்படும் ஒளிஅடர்த்தியால் பாதிக்கப்படுகின்றன. அல் விலங்குகளில் (இரவில் நடமாடுபவை) நிரந்தர ஒளியின் அடர்த்தி அதிகரிக்க அதிகரிக்க அதன் $\alpha:\theta$ விகிதாச்சாரம் குறைந்துவிடுகிறது. இதற்குச் சர்கேடியன் விதி என்பர்.

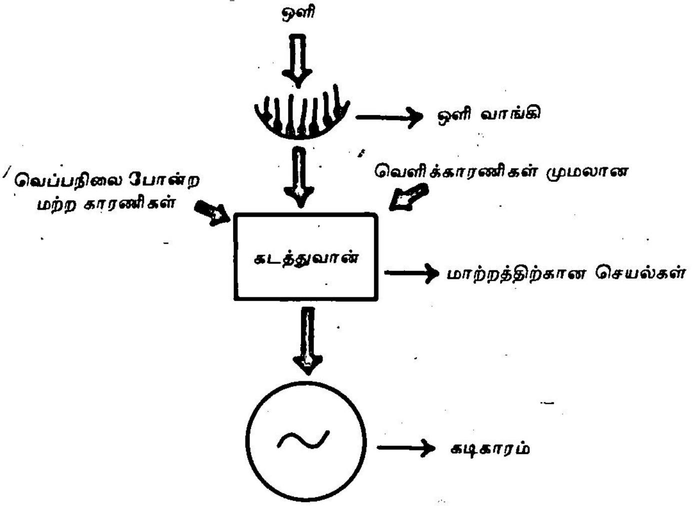


படம் 19:

நிரந்தர ஒளிச்செறிவால் பகலில் நடமாடும் பறவை மற்றும் இரவில் நடமாடும் சுண்டெலிகளில் காணப்படும் τ —யின் உயர்வு மற்றும் குறைவு பற்றி விளக்கப்பட்டுள்ளது

3.

உயிரினங்களின் மீது ஒளியின் நேரடியான அல்லது மறை முகமான பாதிப்புகளைப் பற்றி அறிய ஒளிச்செயலியல் மற்றும் ஒளிவேதியல் போன்ற சில அறிவியல் பிரிவுகள் உள்ளன. இவற்றைப்பற்றி இந்த அத்தியாயத்தில் மிகுதியாக விளக்கப் படாவிட்டாலும் உயிரியல் தாளமுறையில் இவற்றின் ஆதிக்கம் என்ன என்பது பற்றி விளக்கப்பட்டுள்ளது (படம் 20: பார்க்க).



படம் ௨௦.
ஒளித்தூண்டுதலால் ஏற்படும் தாளமுறை ஏற்றத்தின் விளக்கப் படம்.

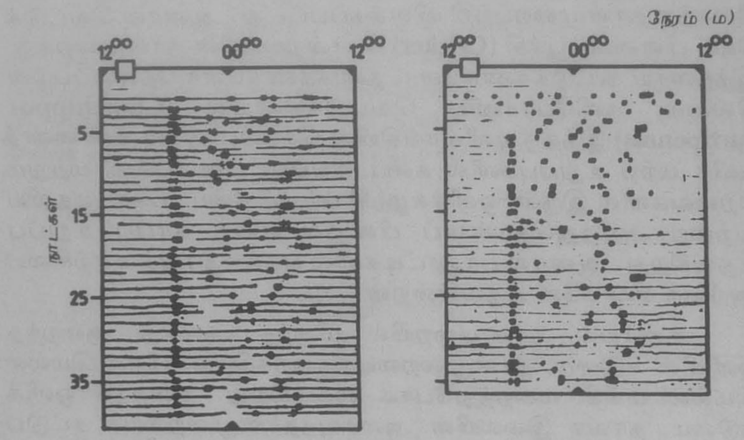
உயிரினங்களின் மீது ஒளி நேரடி பாதிப்பை ஏற்படுத்து கிறது. எனவே உயிரியல் தாளமுறையில் ஒளி வாங்கிகள், நிறமி கள், கடத்துவான்கள் முதலியன மூலம் இந்த ஒளி ஏற்படுத்தும் விளைவுகளைக் காண்போம். உயிரியல் கடிகாரம் பற்றி அறிய ஒளி நிறமிகளைப் பற்றி விரிவாக அறிவது மிகவும் முக்கிய மானது. எல்லாச் சர்கேடியன் தாளமுளைகளும் இருள்—ஒளிச் சுழற்சியுடன் ஒத்திசைந்துச் செயல்பட, இந்த ஒளி நிறமிகள் அவசியமாகும்.

தாவரங்களில் ஃபிளேவின், கரோட்டினாய்ட் மற்றும் போட்டோகுரோம் முதலியன கண்டறியப்பட்டன. இருள்-ஒளிச் சுழற்சியின் தன்மைக்கேற்ப இந்த நிறமிகளின் பங்கு ஒரு குறிப்பிட்ட அளவே உள்ளது. அதாவது உயிரியல் தாளமுறை களின் செயல்பாட்டில் இவை மேலோட்டமாகவே உதவு கின்றன. இருள்-ஒளிச் சுழற்சியைக் கொண்டு, 'டுரோசோ

பில்லா' எனும் பூச்சியின் கண்ணில்லாத மியுட்டன் மூலம் ஒத்திசைந்த தாளமுறைபற்றி விளக்கப்பட்டது. ஆனால் வெட்டுக்கிளி, பிள்ளைப்பூச்சி (**Cricket**) போன்றவற்றின் தாளமுறைக்கு இத்தகைய கூட்டுக்கண்களோ, தனிக்கண்களோ தேவைப்படுவதில்லை. கலிபோர்னிய வெட்டுக்கிளியில் (**Chorthippus curtipennis**) இத்தகு ஒளிவாங்கியின் செயல்பாடுகள் கண்ணைத் தவிர மற்ற உறுப்புகளில் கண்டறியப்பட்டன. பல்லி மற்றும் பறவைகளில் இருள்—ஒளிச்சுழற்சி மற்றும் நீண்ட பகல் முதலியவற்றை அறிந்துகொள்ளப் பினியல் என்ற சுரப்பு உறுப்பு உதவுகிறது. ஆனால் பாலூட்டிகளில் பகல்—இரவுச் சுழற்சியை அறியக் கண்களே உதவுகின்றன.

உயிரியல் தாளமுறையில் மிகுந்த அல்லது குறைந்த ஒளியின் கடுமை, தாளமுறையைக்குறைக்கிறது. பிறகு மெல்ல மெல்ல மங்கி மறைந்துபோக வைக்கிறது. குறைந்த ஒளிக் கடுமை, தாவர இலையின் அசைவுத்தாளமுறையைக் கட்டுப்படுத்துகிறது. நிரந்தர இருளில் இத்தாளமுறை மிகவும் வேகமாகக் கட்டுப்படுகிறது. இதற்குக்காரணம் ஒளிக்கடுமை, ஒளிச்சேர்க்கையைத் தடை செய்வதேயாகும். டுரோசோபில்லா சூடோப்ஸ்கூரா—வில் உள்ள எக்லோசன் தாளமுறை, நட்சத்திர ஒளியைவிட மங்கலான ஒளியில் ஏற்படக்கூடியதாகும்.

இந்திய வௌவால் வகை ஒன்றில் பறக்கும் தாளமுறைச் செயல்திறனை, 90-100 நிமிடத்திற்கு, 5-30 சதவிகித நட்சத்திர ஒளி அடர்த்தியைக் கொடுக்கும்போது ஒத்திசைந்து உருவாக்க முடியும். (படம் 21, பார்க்க). மாறாகத் தொடர்ந்த நிரந்தர ஒளியிலுள்ள இலை அசைவுத்தாளமுறையை 10,000 லக்ஸ் வரை ஒளி அடர்த்தியைக் கொடுக்கும்போது மட்டுமே ஏற்படுத்த முடிகிறது. அணில், வௌவால், ஹெமஸ்டர் முதலிய சிறிய பாலூட்டிகளுக்கிடையேயும் பறவைகளுக்கிடையேயும் சுமார் 50-100 லக்ஸ் என்ற அளவில் நிரந்தர ஒளி இருக்கும்போது அவற்றின் நடமாட்டம் உள்ளது. ஒளியின் கடுமை அதிகமாக இருக்குமானால் தாளமுறை சுருங்கிக்கொண்டே இருக்கும். அப்போது விலங்குகள் நேரத்தை அறியும் எல்லாப் புலன்களையும் இழந்துவிடுகின்றன. அபூர்வமாகச் சிலவற்றில் அதன் நடமாட்டமும் முழுமையாக நின்றுவிடும். இத்தகைய நிலையில் இவற்றில் உயிரியல் கடிகாரம் செயல்படுகிறதா, இல்லையா என அறிவது மிகவும் கடினமாகிவிடுகிறது. இப்படிப் புறத்தே மறைக்கப்பட்டு நின்றுபோயிருக்கும் தாளமுறைகளைக் காணும்போது உயிரியல் கடிகாரம் தன் செயல்பாட்டிலிருந்து நின்றுவிடுகிறது என்பது புலனாகிறது. ஆனால் மற்ற உள்தாள முறைகளை அளவிடும்போது அவை சரியாகச் செயல்படுகின்றன என்பது தெரிகிறது. இங்கு ஒளி நல்லதொரு மறைக்கும்



படம் 21:

இரண்டு ஆண் மைக்ரோகைரோப்டிரான் வகை வெளவால்களில் நண்பகலில் 0.0001 முதல் 0.0006 லக்ஸ் ஒளி அளவால் ஏற்படும் பறக்கும் செயல் பாட்டுத்தாளமுறை பற்றி விளக்கப்பட்டுள்ளது. (ஜோசி மற்றும் சந்திர சேகரன், 1982).

காரணியாக (**masking factor**) செயல்படுகிறது. அதாவது ஒளி, மறைமுகமாகவோ, நேரடியாகவோ உயிரியல் கடிகாரத்தின் மீது செயல்படாமல் நேரடியாகவே செயலைத்தூண்டுகிறது அல்லது மட்டுப்படுத்துகிறது. இந்த ஒளி மறைக்கும் தன்மை என்பது, உண்மையாகப் புறத்தே ஏற்படும் நிகழ்ச்சியாகும். இவை நிரந்தர ஒளியில் ஏற்பட்டால் அது, அந்த ஒளியின் கடுமையைப் பொறுத்து அமைகின்றது. எனவே ஒளியின் அடர்த்தியின் குறைவு அல்லது கடுமை தாளமுறையைப் பாதித் தாலும் செயலை எந்தவிதத்திலும் பாதிப்பதில்லை. ஒளியின் கடுமை சற்று அதிகமாகும்போது மறைப்புக்காரணி லேசாகவும் மிகவும் அதிகமாகும்போது மறைப்புக்காரணி முழுமையாகவும் இருந்து செயல்களை முற்றிலுமாக மட்டுப்படுத்துகிறது. மறைப்புக்காரணி ஒரு செயலைத்தூண்டும்போது அது நேர் மறையாகவும் (+), மட்டுப்படுத்தும்போது எதிர் மறையாகவும் (−) செயல்படுகிறது.

நிரந்தர ஒளி அல்லது இருள் நிலையில், உயிரினங்களுள் அமைந்துள்ள உயிரியல் கடிகாரத்தைப்பற்றி இதுவரை தெளி வாக விளக்கப்படவில்லை. இவற்றைத் தெளிவுபடுத்த இந்தியா விலும் வெளிநாடுகளிலும் எண்ணற்ற ஆய்வுகள் தற்போது நடந்துவருகின்றன.

செயல்நிறப்பிரிகை:

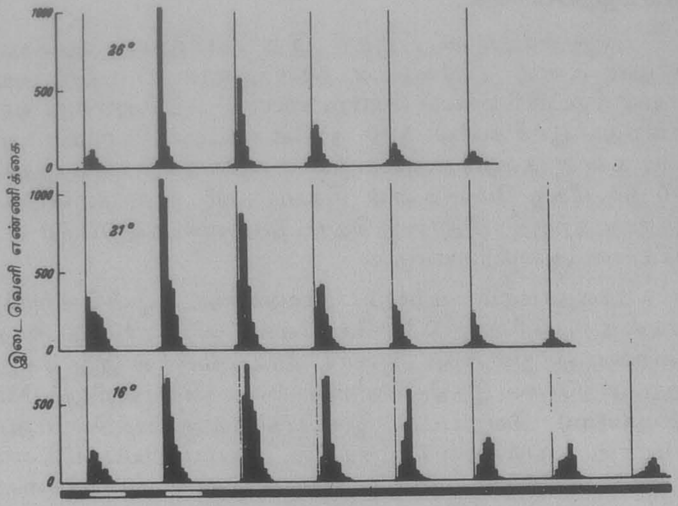
பல்வகைத்தாவர, பூச்சி இனங்களிலும், முதுகெலும்பு களிலும் உள்ள சர்கேடியன் தாளமுறையைப் பற்றி அறியச் செயல் நிறப்பிரிகையை **(Action Spectra)** பற்றி அறிவது அவசிய மாகிறது. பூச்சிகளில் 500 நானோமீட்டர் (நா. மீ.) அளவு வரை உள்ள குறைந்த அலை நீளம் அதிக சக்தி வாய்ந்ததாகும். 600 நா. மீக்கு மேல் உள்ள சிகப்பு ஒளி, பூச்சிகளைப் பற்றி ஆராய்வதற்குத் தொன்றுதொட்டுக் கையாளப்படும் பாது காப்பான அலைநீளமாகும்.

காலதாமதம் மற்றும் நிலைமாற்ற முன்னேற்றத்தின் செயல் நிறப்பிரிகை, 'டுரோசோபில்லா'-வின் சர்கேடியன் தாள முறையை ஒத்துள்ளது. ஆனால் தாவரங்களில் இது வேறுபடு கிறது. அதுபோல இந்திய வெளவால் வகையொன்றிலும் **(Micro chiropteran)** வேறுபட்டு இருப்பதாகச் சமீபத்தில் மதுரை-காமராஜ் பல்கலைக்கழகத்தில் கண்டறியப்பட்டுள்ளது. ஆனால் ஒளியால் ஏற்பட்ட இந்தச் செயல் நிறப்பிரிகையின் உயிரியல் கடிகாரத்தில் எவ்விதமான இயக்கமுறை உள்ளது, அவற்றில் பங்குபெறும் பொருட்கள் என்ன என்பனபற்றி அறியமுடியவில்லை.

வெப்பநிலை:

சர்கேடியன் தாளமுறையின் மீதான வெப்பநிலையின் பாதிப்புகள் யாவை என்பது பற்றிய அறிவியலாளர்களின் முந்தைய விளக்கங்களும், நம்பிக்கைகளும் முற்றிலுமாக உயிர் வேதியல் மற்றும் உருவ மாற்றவியலை அடிப்படையாகக் கொண்டது. அதிக வெப்பநிலையில் தாளமுறைக்காலம் குறைந் தும், குறைவான வெப்பநிலையில் அதிகமாகவும் இருக்கும் என்பதாகச் சிலர் எதிர்பார்த்தனர். ஆனால் இன்றுவரை நடை பெற்றுள்ள ஆய்வுகளின்படி, சர்கேடியன் தாளமுறை வெப்ப நிலை மாற்றங்களை அதிசயிக்கத்தக்க வகையில் தாங்கக்கூடி யது எனத் தெரியவந்துள்ளது. அதற்காகச் சர்கேடியன் தாள முறை வெப்பநிலைக்கு ஒத்துப்போகாது என்று பொருளல்ல. மாறாக அவற்றின் காலம் சுற்றுச்சூழலின் வெப்பநிலை மாற்றங் களுடன் ஈடு செய்யப்படுகின்றது. 1954இல் முதன் முதலாக வெளியிடப்பட்ட 'டுரோசோபில்லா' பூச்சியின் எக்லோசன் தாளமுறையில் வெப்பநிலை ஈடுசெய்யப்பட்ட உயிரியல் தாள முறையைப் பற்றிப் படம் 22இல் காணலாம்.

வியத்தகு வகையில் சர்கேடியன் தாளமுறையால் குறை வான வெப்பநிலையிலும் உயிர்க்கால மீட்டராக **Biochronometry)** அல்லது உயிரியல் நேரமாக **(Biological time)** உண்மையில்



படம் 22:

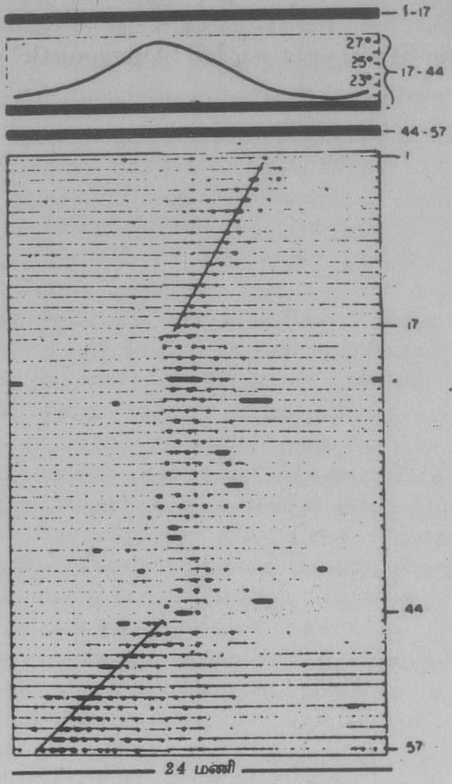
டுரோசோபில்லா சூடோஅப்ஸ்கூராவில் 26°C மற்றும் 16°C இல் உள்ள எக்லோசன் தாளமுறை; இதன் பெருக்க வேறுபாட்டாலும் τ இல் மாற்றம் இல்லாமலிருக்கிறது. (பிட்டன்டிரிக், 1954).

பணியாற்ற முடியும். சர்கேடியன் தாளமுறையின் Q_{10} மதிப்பிலிருந்து 1 மதிப்புக்கு அருகே அது வருவதே இதற்கான ஆதாரமாகும்.

வெப்பநிலைச் சுழற்சி சர்கேடியன் தாளமுறையுடன் ஒத்திசைகிறது. அதிக அல்லது குறைந்த வெப்பநிலைச் சுழற்சி சுமார் 12 மணி நேர அளவில் முடியும்போது விலங்குகளும், தாவரங்களும் ஒத்திசைந்த தாளமுறையை ஏற்கின்றன. அதிக வெப்பநிலை பகலின் காலத்தைக் காட்டுவதுபோல் குறைந்த வெப்பநிலை இரவின் காலத்தைக் காட்டுகிறது. வெப்பநிலையை 3, 6 மற்றும் 12 மணி நேர அளவுகளின் துடிப்புகளாக நிர்வகிக்க முடியும். இவற்றை அதிக வெப்பநிலைத்துடிப்புகளாக (**High Temperature Pulses** – எச்.டி.பி.) அல்லது குறைந்த வெப்பநிலைத்துடிப்புகளாக (**Low Temperature Pulses** – எல்.டி.பி.) உண்டாக்க முடியும். இவை இரண்டும் நிலைமாற்றத்தை (**Phase Shifts**) ஏற்படுத்துகின்றன. இத்தகு வெப்பநிலைத் துடிப்புகளுக்கு வரையப்படும் நிலைப்பொறுப்பு வளைவைப்பற்றிய விளக்கத்தை அடுத்த அத்தியாயத்தில் காணலாம்.

பீன்ஸ் தாவர இலை அசைவுத் தாளமுறைக்கும், 'டுரோசோபில்லா'வின் எக்லோசன் தாளமுறைக்கும் இத்தகைய நி.பொ.வ. வரைபடம் அமைக்கப்பட்டுள்ளது. ஒளியைப்

போலக் கால அமைப்பில் மிக சக்தி வாய்ந்ததாகச் செயல்படும் இந்த வெப்பநிலை, பூச்சிகளில் உள்ள 'டையாபஸ்' நிலையை யும், பூக்களின் பூக்கும் தன்மையையும் தூண்டவோ, தடை செய்யவோ இயலும் ஆற்றல் பெற்றுள்ளது. நீண்ட பகலைத் தடுத்து 16:8 மணிநேர இருள்-வெளிச்ச சுழற்சியைத் தூண்ட அதே 16:8 என்னும் அதிக: குறைந்த வெப்பநிலைச் சுழற்சி போதுமானதாகும். இவ்வாறு காலங்களின் மாற்றங்களை அல்லது நிகழ்ச்சிகளைத் தூண்டக்கூடிய வெப்பநிலையின் இத்தகைய தன்மையையே வெப்பக்காலம் என்பர்.



படம் 23:

கரப்பான் பூச்சியின் நடமாட்டச் செயல்பாட்டுத் தாளமுறை, 22°/27°/22°C என்ற வெப்பநிலைச் சுழற்சியில், 17-44 நாட்கள் கொடுக்கப்பட்ட நிலை, இங்குக் காட்டப்பட்டுள்ளது. (இராபர்ட்ஸ், 1962).

கரப்பான் பூச்சி, பல்லி இவற்றின் செயல்தாளமுறை அவற்றின் வெப்பநிலைச் சுழற்சியுடன் ஒத்திசைந்துள்ளது (படம்-23, பார்க்க). ஆனால் பாலூட்டிகளில் இவை ஒத்திசைவதில்லை. காரணம் வெளி வெப்பநிலை உயர்ந்தால்கூட இவற்றின் உடல் வெப்பநிலை பொதுவாக ஒரே மாதிரியாக உள்ளது. சுற்றுப்புற வெப்பநிலையுடன் தனித்தியங்கும் இத்தகைய சர்கேடியன் தாளமுறை வேறு ஏதோ ஒரு அதிசயிக்கத்தக்க வெளிக்காரணிகளால்தான் நடக்கிறது என ஒரு சாரார் கூறுகின்றனர். ஆனால் தற்போதைய அறிவியல் விளக்கத்தின் படி இருவேறுபட்ட வெப்ப நிலைத்திறனுடன், எதிரெதிராகச் செயலாற்ற இரு செயல்கள் இருப்பதாக நம்பப்படுகிறது. இவ்வாறு வெப்பநிலையின் குறைவு முதலில் தாளமுறையைத் தாமதப்படுத்திப் பின் அதிகப்படுத்துகிறது. மேலும் சர்கேடியன் தாளமுறையின் இரு பகுதிச் சுழற்சி **'Antagonistic'** எதிர்ப்பைத் தருகிறது.

அத்தியாயம் 4

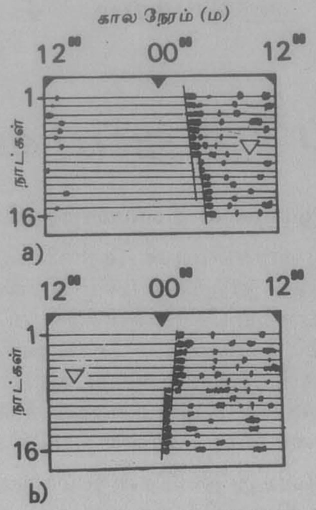
நிலைப்பொறுப்பு வளைவு

சர்கேடியன் தாளமுறையின் நிலைமாற்றத்தில் ஒளியின் பங்கு:

இது குறித்து ஏராளமான அறிவியல் ஆய்வு விளக்கங்கள் உள்ளன. இந்த நூற்றாண்டின் இரண்டாம் பத்தாண்டுகளில் நடந்த இதுபற்றிய சோதனைகளே மிகவும் பழமையான சோதனைகளாகும். மேலும் பல சோதனைக்கூடங்களில் இது பற்றிய ஆராய்ச்சிகள் இன்றுவரை நடந்து வருகின்றன. பொதுவாக எளிய சர்கேடியன் தாளமுறைகள் சில நாட்கள், வாரங்கள், மாதங்கள் வரை மேற்கொள்ளப்படுகின்றன.

காலநேரம் என்பது திடீரென்று மாறுவதில்லை. ஆனால் ஏற்கனவே அறிந்த நிலையில் தாளமுறைக்கு அது மாறக்கூடிய நிலையில் இருக்கும்போது ஒளிக்கலக்கம் கொடுக்கப்பட்டால் நிலைமாற்றம் (**Phase shifts**) ஏற்படுகிறது. இந்த நிலைமாற்றம் சில நொடிகள் முதல் 12 மணிவரை நீடிக்கிறது. இது பெரும்பாலும் உடனே ஏற்படுகிறது, அல்லது சில சுழற்சிக்குப் பிறகு ஏற்படுகிறது. இப்படிச் சில சுழற்சிக்குப் பிறகு ஏற்படும் நிலைமாற்றங்களைத் 'தற்காலிக நிலைமாற்றங்கள்' என்பர். நிலைமாற்றங்கள் இயற்கையிலேயே தாமதமாகவோ, வேகமாகவோ நடக்கலாம். சலன ஒளி தரப்படும்போது சுழற்சியின் ஒரு நிலையில் ஏற்படும் நிலைமாற்றத்தை அடிப்படையாகக் கொண்டே அதன் பாதையும், கோணமும் நிர்ணயிக்கப்படுகின்றன. இரு வேறுபட்ட நிலைகளில் தரப்படும் குறுகிய ஒளித் துடிப்புகள், எவ்வாறு ஒன்றில் நிலைமாற்றத்தைத் தாமதப்படுத்தி மற்றதில் நிலைமாற்றத்தை வேகப்படுத்துகிறது என்பது படம்-24இல் விளக்கப்பட்டுள்ளது. வெவ்வேறு நிலைகளுடன் உள்ள சர்கேடியன் தாளமுறைகள் சலனப்படும்போது அந்நிலை மாற்றத்தின் வகைகளும் அவற்றின் அளவுகளுமே ஒரு நிலைப் பொறுப்பு வளைவில் (நி.பொ.வ.) இருக்கும். எனவே கொடுக்கப்பட்ட எந்த ஒரு நிலையிலும் அடிப்படையாகச் சலனப்படக் கூடியவைகளின் பணியும் தன்மை அல்லது ஏற்கும் தன்மையை இந்த நிலை பொறுப்பு வளைவு நமக்குக் காட்டுகிறது.

இடம்பெயர்தல் போன்று திடீரென்று தொடங்கிச் சட்டென முடியும் வேகமான நிகழ்ச்சிகளையும் எல்லா விபரங்களையும் உடனே பெற இயலாது. காரணம் ஒய்வு நேரத்தில் செயல்படும் உயிரியல் கடிகாரத்தைப்பற்றி அறிவதற்கு எவ்-



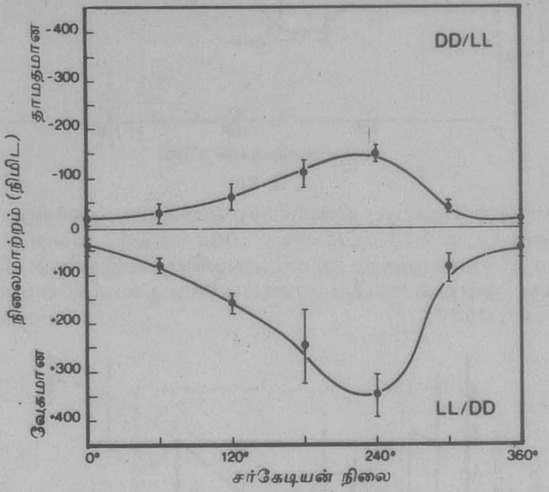
படம் 24:

மிகக்குறைந்த அளவாக 15 நிமிடநேரம் 1000 லக்ஸ் என்ற அளவில் ஒளித்துடிப்பை இரு நிலைகளில் மைக்ரோ-கைரோப்டிரான் வௌவாலில் செலுத்தும்போது தாமதமான நிலை மாற்றமும் (மேலாக), வேகமான நிலைமாற்றமும் அவற்றின் பறக்கும் செயல்பாட்டுத்தாளமுறையில் ஏற்படுகிறது. (ஜோசி மற்றும் சந்திரசேகரன், 1983).

விதமான முன்னறிவிப்பும் இல்லை. மேலும் இவ்வுயிரியல் கடிகாரத்திடம் அளவிடக்கூடிய மற்றும் கண்டுணரக்கூடிய எல்லா வெளிப்புற நிகழ்ச்சிகளும் உள்ளன. ஆயின் நிலைப் பொறுப்பு வளைவோ கண்ணுக்குப் புலப்படாது நடக்கும் நிகழ்ச்சிகளைக்கூட விவரிக்கிறது. கால நேரங்களையும் அடிப் படைச் சலனங்களின் அலை வடிவங்களையும் விளக்குவதற்கு இந்த நி.பொ.வ.-வை அறிவியலாளர்கள் ஆமோதிக்கத் துவங்கினர் என்றாலும் இன்றைய அளவில் இது சிறிதளவு மிகைப்படுத்தப்பட்ட செய்தியாகும்.

உயிரியல் தாளமுறையின் முறையான பண்புகளை ஆராய இந்த நிலைப்பொறுப்பு வளைவிற்கும் பங்குள்ளது. இவை கண்ணுக்குப் புலனாகாத உயிரியல் கடிகாரத்திற்கு மிக அண்மை யில் உள்ளன. இவற்றிற்கு, தாளமுறையில் ஏற்படப்போகும் நிலை, நிலைமாற்றம், நிலைமாற்ற ஆற்றலின் நிகழ்ச்சிகள் மற்றும் இவை போன்றவை ஏற்படும் என்பதை முன்கூட்டியே கண்டறியும் தன்மை உள்ளது. ஏற்கனவே காணப்பட்ட பல அமைப்புகளை, இந்த நி.பொ.வ.-வை அடிப்படையாகக் கொண்ட முன்னறிவிப்பு விபரங்களுடன் ஒப்பிட முடிகிறது.

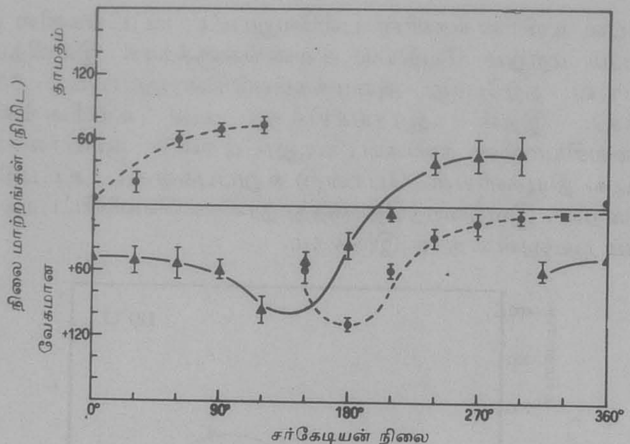
பல உயிரினங்களின் பல்வேறுபட்ட மட்டங்களில் ஒளி, வெப்பம் மற்றும் வேதியல் சலனங்களுக்காக இவ்விதமான நி.பொ.வ. தற்போது அமைக்கப்படுகின்றது (படம் 25-30, பார்க்க). இதன் ஆராய்ச்சிக்குப் பல உயிரினங்களின் (அப்லைசியாவின் கண்கள், பாலூட்டிகளின் சூப்பர்கையாஸ் மேட்டிக் நியூக்ளியஸ் போன்ற) உறுப்புகள்கூட உட்படுத்தப் படுகின்றன. இவற்றைத்தொகுத்து நூலாக வெளியிட்டால் அது மிகவும் பயனுள்ளதாக இருக்கும்.



படம் 25:

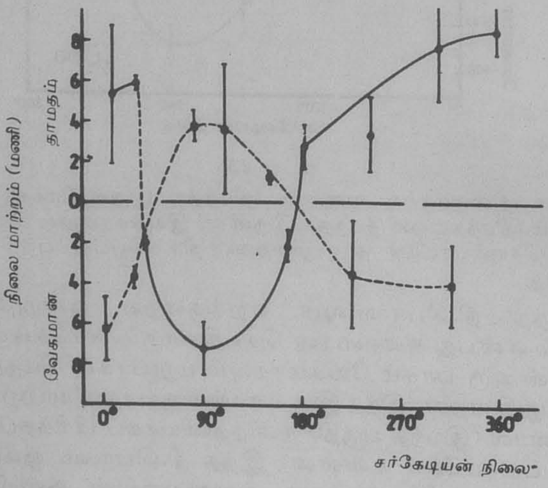
ஒளிக்கான நிலைமாற்ற வளைவு (நிரந்தர இருள்/நிரந்தர ஒளியில்) இயங்கியும் (நிரந்தர ஒளி/நிரந்தர இருளில்) இயங்காமலும் வௌவாலில் பறக்கும் செயல்பாட்டுத் தாளமுறையை நிர்வகிப்பது பற்றி விளக்கப் பட்டுள்ளது.

இந்த நி.பொ.வ.வும் ஏறக்குறைய ஒன்றுபோலவே இருக்கும் என்பது சுவையான செய்தியாகும். சர்கேடியன் தாள முறையின் ஒரு பாகம் வேகமாகவும் மறுபாகம் மெதுவாகவும் நடைபெறுகின்றன. இந்த இரு பாகங்களும் பணியாற்ற இயலாத இடத்தினால் (இறந்த பகுதி) தனித்தனியாகப் பிரிக்கப்பட்டோ, பிரிக்கப்படாமலோ உள்ளன. இந்த நி.பொ.வ. ஒன்றுபோல இருப்பதற்கு உயிரியல் கால அளவுகளுடன் ஒன்றிணைந்து ஒன்றுபோல நடக்கும் நிகழ்ச்சிகளே காரணம். இது ஒருவித மான உறவினை இனங்காட்டுகிறது. இந்த நி.பொ.வ. அது சம்மந்தமான பிரிவுகளும் செயலியல் செயல்களின் பண்பு களைப்பற்றி ஆய்ந்து அறிய உதவுகின்றன. சோதனைகளில் மருத்துவக் காரணிகள் மூலம் இவை நடைபெறும் காலத்தை



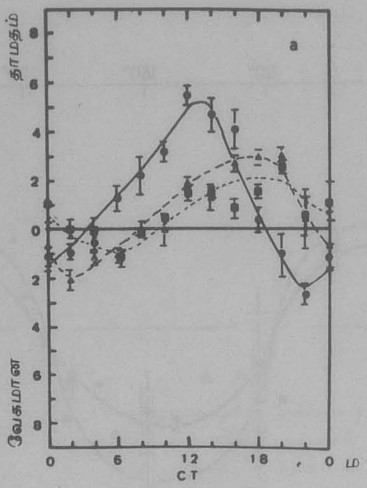
படம் 26:

2 மணி நேர இருள் துடிப்பு நிலைமாற்ற வளைவை, ஒளித்துடிப்பு நிலை மாற்ற வளைவுடன் 15 நிமிடம், 1000 லக்ஸ் என்ற அளவுடன் 'டேப்போசஸ்' தாளமுறை, ஒப்பிடப்படுகிறது. இரண்டு நிலைமாற்ற வளைவுகளும் ஒன்றுபோலவே காணப்படுகின்றன. (சுப்பாராஜ் மற்றும் சந்திரசேகரன், 1978).



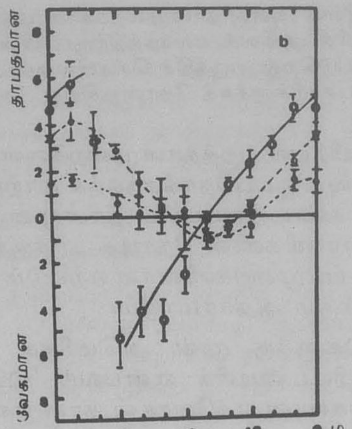
படம் 27:

பருத்திச்செடியில் இலை அசைவிற்குரிய சர்கேடியன் தாளமுறை, ஒளித் துடிப்பு (தொடர்ச்சியான கோடு) மற்றும் இருள் துடிப்பு நிலைமாற்ற வளைவு மூலம் அமைக்கப்படுகிறது. இங்கும் இரு நிலைப் பொறுப்பு வளைவுகளும் ஒன்று போலவே உள்ளன. (சுந்தரராஜன், 1980—டாக்டர் பட்ட ஆய்வுக்கட்டுரை — மதுரை காமராஜ் பல்கலைக்கழகம்).



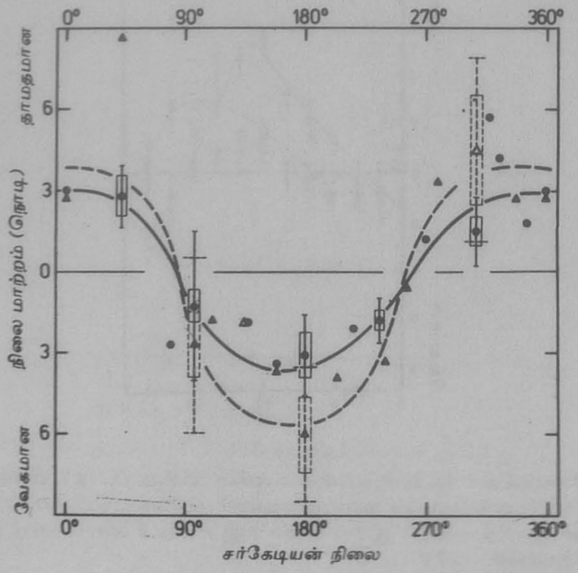
படம் 28:

டுரோசோபில்லா சூடோஅப்ஸ்கூராவின் எச்.டி.பி. உடனான 20°C/30°C/20°C) எக்லோசன் தாளமுறைக்குரிய நிலைப்பொறுப்பு வளைவு, 12 மணி (*), 6 மணி (▲) 3 மணி (■) எனக் காட்டப்பட்டுள்ளது. (சந்திரசேகரன், 1974).



படம் 29:

டுரோசோபில்லா சூடோஅப்ஸ்கூராவின் எல்.டி.பி. உடனான (20°C 10°C/20°C) எக்லோசன் தாளமுறைக்குரிய நிலைப்பொறுப்பு வளைவு, 12 மணி (0), 6 மணி (*) மற்றும் 3 மணி (0) எனக்காட்டப்பட்டுள்ளது (சந்திரசேகரன், 1974).

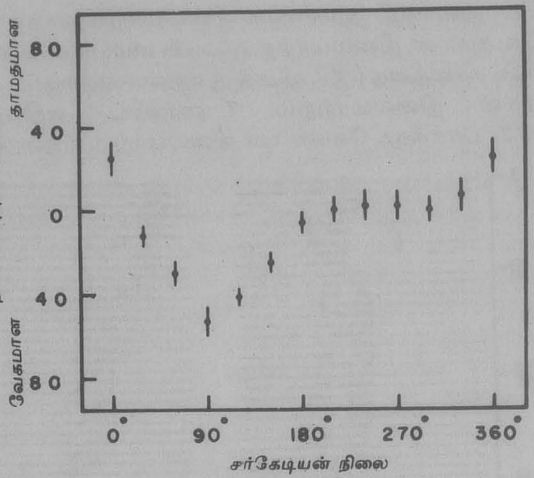


படம் 30:

பருத்திச்செடியின் இலை அளவு தாளமுறைக்காக முதன்முதலிலும் மூன்று சுற்றிலுமாக ஃபுசாரிக் அமிலக் கலக்கத்திற்குப் பின் நிலைப்பொறுப்பு வளைவு அமைக்கப்படுகிறது. பருத்திச் செடியில் வாடல் நோயின் தாக்கத்தின்போது இந்த ஃபுசாரிக் நச்சுத் தோன்றுகிறது. (சுந்தரராஜன் மற்றும் பலர், 1978).

மாற்றமுடியும். உயிரியல் புறத்தாளமுறைகளைப்போல நிலைப் பொறுப்பு வளைவும் ஒப்புநோக்கத்தக்க மாற்றத்திற்கு உள்ளாகிறது. இவையே கண்டறியப்பட்ட தாளமுறைகளில் ஏற்படும் கால மாற்றம், காரணிகளின் நேரடித் தாக்குதலில் உண்டான வெளியோரச் செயல்முறைகளினால் ஏற்படும் மாற்றமல்ல என்பதைப் புரியவைக்கும் ஆதாரமாகும்.

25 ஆண்டுகளுக்கு முன் அமெரிக்க விஞ்ஞானியான கோலின் எஸ். பிட்டன்டிரிக் என்பவர் 'டுரோசோபில்லா' பூச்சியின் இயற்கையான எக்லோசன் தாளமுறையை ஒளியைக் கொண்டு 1/2000 நொடி என்ற அளவிற்கு மின்னலைப்போல் பாய்ச்சி மீண்டும் ஏற்படுத்தினார். மதுரையில் நடந்த ஆராய்ச்சியில்கூட 1/2000 நொடி அளவு நேரத்திற்கும் குறைவாக ஒளியைப் பாய்ச்சி வெளவால் போன்ற பிராணிகளிடையே சர்கேடியன் தாளமுறையை ஏற்படுத்தினர் (படம்-31, பார்க்க). இந்திய வெளவால் இனம் ஒன்றில், 0.063 நுட்பநொடி



படம் 31:

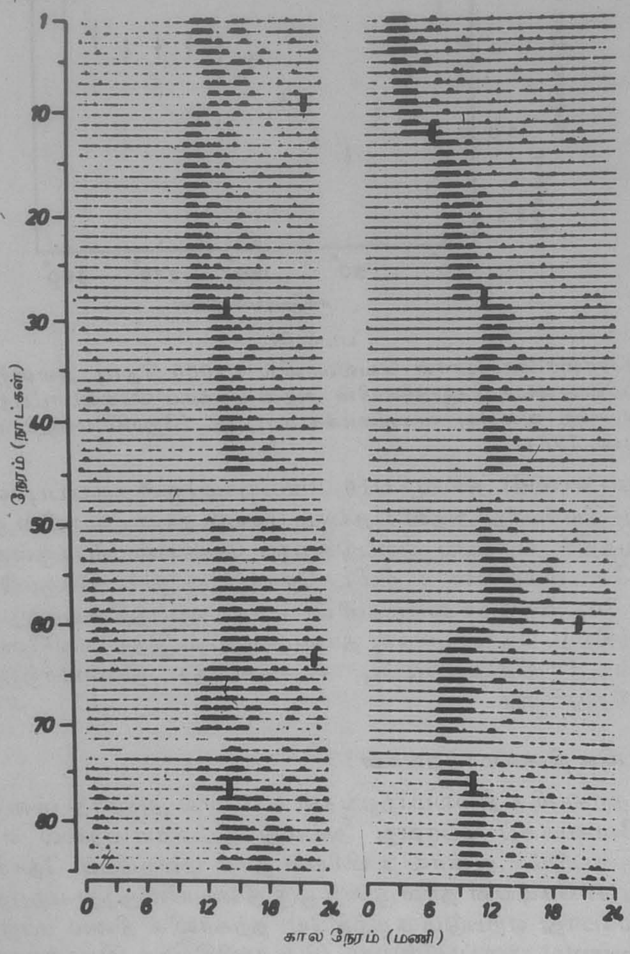
மைக்ரோகைரோப்டிரான் வெவ்வாலில் 1/2000 நொடி அளவிற்கான ஒளி மின்னலைச் செலுத்தியபின் அதன் பறக்கும் செயல்பாட்டிற்கான நிலைமாற்ற வளைவு வடிவமைக்கப்பட்டது. (ஜோசி மற்றும் சந்திர சேகரன், 1984).

(Micro second) அளவு (1/16,000 நொடி) ஒளித்துடிப்புகளைச் செலுத்தியபோது அதன் பறக்கும் செயல் தாளமுறையின் நிலை மாற்றத்தில் பாதிப்பு ஏற்படுகிறது. வேதியல் பொருள்களில் அனிஸோமைசினை 4 நிமிட நேரத்திற்கு நிர்வகிக்கும்போது அது 80_S ரைபோசோம்களின் புரத உற்பத்தியைத்தடுத்துப் பாதிக்கிறது. கோன்யுலக்ஸ் தாளமுறையில் இந்த அனிஸோமை சினின் 1 நிமிடத்துடிப்பு 4 மணிநேர நிலைமாற்றத்தை ஏற்படுத்துகிறது.

தற்காலிக நிலைமாற்றங்கள் :

தற்காலிக நிலைமாற்றங்கள் என்றால் அகராதி விளக்கப் படி வேகமாகப் போவது அல்லது நிலையானதல்ல எனப் பொருள்படும். ஆனால் உயிரியல் தாளமுறைப்படி நோக்கும் போது சர்கேடியன் தாளமுறை ஒரு நிலையிலிருந்து மற்றதற்கு மாறும்போது ஏற்படும் சுழற்சியே 'தற்காலிக நிலை மாற்றம்' **(Transients)** எனப்படுகிறது. பொதுவிதியாக இத்தற்காலிக நிலைமாற்றம் குறைந்தது 1 முதல் 10 வரையிலான சுழற்சிக்குள் மறைந்துவிடுகிறது. இருப்பினும் சில விதிவிலக்குகளும் உள்ளன. வாரக்கணக்கில், மாதக்கணக்கில் நிலைத்துப் பின் மறையும் தற்காலிக நிலைமாற்றங்களுக்குப் பின்விளைவுகள் எனப்படும்.

பொதுவாகத் தற்காலிக நிலைமாற்றத்தைத் தொடர்ந்து வரும் வேகமான நிலைமாற்றம், உண்மையான உயிரியல் தாள முறையின் காலத்தை (τ) விடக் குறைவானதாகும். அதே போல் தாமதமான நிலைமாற்றம் τ-யைவிட அதிகமானதாகும் (படம்—32, பார்க்க). வேகமான நிலைமாற்றம் குறைவான நிலை



படம் 32:

இரு பொன்னிற ஆண் ஹேம்ஸ்டரில் உள்ள நடமாட்டச் செயல்பாட்டுத் தாளமுறையை ஒளித்துடிப்பில் (15 நிமிடம் 200 லக்ஸ் அளவில்) காணும் போது அதன் வேகமான மற்றும் தாமதமான நிலைப்பொறுப்பு மாற்றத்தைப் பெற இயலும். இதில் வேகமான நிலைமாற்றம் மற்றதைவிட அதிக தற்காலிக நிலைமாற்றத்தை ஏற்படுத்துகிறது (அஸ்கோஃப் மற்றும் பவர், 1982).

மாற்றத்தைவிட அதிகமான தற்காலிக நிலைமாற்றத்தை ஏற்படுத்தும். மேலெழும்பி நீளவாக்கில் பறக்கும் திறனுக்குப் பயன்படும் இத்தகைய கண்டுபிடிப்புகளைப் பற்றிப் பின்வரும் அத்தியாயங்களில் காணலாம்.

தற்காலிக நிலைமாற்றத்தைப்பற்றி அறிவது, சலன இயக்கத்தன்மையைப் பற்றிப் புரிந்துகொள்வதற்கு மிகவும் அவசியமானது என முன்பு நினைத்தனர். அப்போது இதற்கு எதிரான கருத்துகளும் இருந்தன. இதனை இரு சலன அமைப்பில் A என்ற ஒளிக்கு ஒத்துப்போகும் தலைமைச் சலனமும் B என்ற ஒளிக்கு ஒத்துப்போகாத தாழ்நிலைச் சலனமும் கொண்டு ஏன் தற்காலிக நிலைமாற்றம் ஏற்படுகிறது என்பதை விளக்கலாம். இந்த அமைப்பில் ஒரு ஒளிச் சலனத்திற்குப்பின் திடீரென்று ஏற்படும் நிலைமாற்றத்தால் அதிகமாகப் பாதிக்கப்படும் தலைமைச் சலனத்துடன் (A) மறு ஒன்றிணைப்புச் செய்ய அடிமைச் சலனம் (B) முயலும்போது தோன்றும் வெளிப்பாடுகளே தற்காலிக நிலைமாற்றமாக இருக்கும். இதில் அமைப்பு விளக்கங்கள் முக்கியமல்ல; மேலும் இவை இந்நாளில் நிலையற்றவை; என்றாலும் விலங்குகளிலாவது சர்கேடியன் அமைப்புகளை அறிந்து, பலவிதச் சலனங்களில் அதைத் தோன்றச் செய்ய இதனைப் பயன்படுத்துவது தொன்று தொட்டு இருந்து வருகிறது.

இத்தற்காலிக நிலைமாற்றங்களை ஒரேவிதமான சலன எண்ணங்கள் மூலம் விளக்க முடியும். இவை எதிர்த்திசையிலும் ஏற்படலாம். இதற்குத் தற்காலிகத்திருப்பம் எனப்படும். இவ்வாறு ஒரு தர்மதமான நிலைமாற்றத்தை வேகமான நிலைமாற்றத்தின் மூலம் மேற்கொள்ளச்செய்ய அல்லது மாற்றியும் செயல்படுத்த இயலும்.

ஒன்றிணைந்த தலைமை சலனத்துடிப்புத் தோற்றுவிப்பான்களின் (A) செயல்பாட்டைத் தற்காலிக நிலை மாற்றத்தால் பிரதிபலிக்க முடிவதில்லை. கலாங்கோ தாவரப் பூ அல்லிகளின் அசைவுத்தாளமுறையில் உள்ள தற்காலிக நிலைமாற்றச் சுழற்சி உண்மையான தாளமுறையைப்போல இசைந்து, அடிப்படைச் சலனத்தின் நிலையைப் பிரதிபலிக்கிறது. 1960-இல் 'டுரோசோபில்லா' எக்லோஸன் தாளமுறையுடன் நடத்தப்பட்ட ஆய்வுகளில் மாற்ற நிலை மற்றும் புதிய நிலை என்ற இரு ஒளித்துடிப்புகள் பயன்படுத்தப்பட்டன. இதன் முடிவின்படி தற்காலிக நிலைமாற்றம் அடிப்படைச் சலனத்தின் காலநேரத்தைப் பிரதிபலிப்பதில்லை; மேலும் ஒளித்துடிப்புகளால் எவ்வளவு மணி நேரம் மாற்றமுடியுமோ அவ்வளவு நேரம் அடிப்படைத் துடிப்புகளைத் தோற்றுவிப்பான்களையும் மாற்ற முடியும். இச்சோதனை மூலம் 'டுரோசோபில்லா'

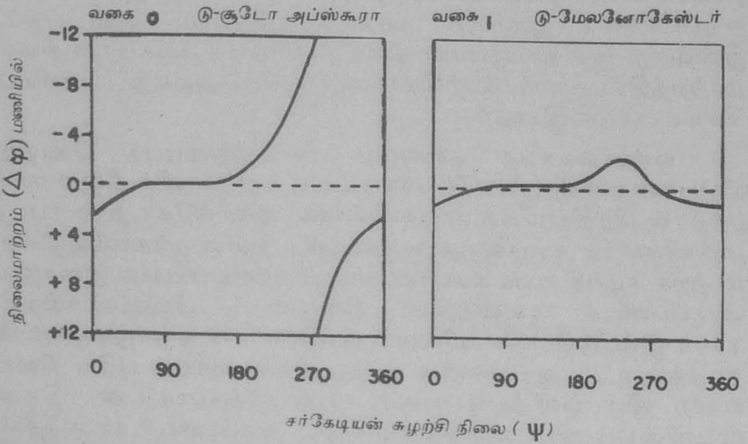
தாளமுறைக்கான நிலைப்பொறுப்பு வளைவு முன்கூட்டியே அறிவிப்பதைப்போல ஒளித்துடிப்புகளால் (15 நிமிடம்; 1000 லக்ஸ்) எவ்வளவு கால அளவாகிறதோ அவ்வளவு மணி நேரத்தால் அடிப்படைத் துடிப்புத் தோற்றுவிப்பான்களை மாற்ற முடியும். மேலும் நிலைமாற்றம் திடீரெனத் தோன்று வதுடன் தற்காலிக நிலைமாற்றத்தைப் போல அல்லாமல் அதிகச் சுழற்சியில் பங்குபெறாமலிருக்கிறது.

ஒத்திசைந்த சலன அமைப்பில் முக்கியப் பங்கு வகிப்பது திடீரெனத் தோன்றும் இந்த நிலைமாற்றமே. உண்மையாகக் கூறுவதானால் அடிமைச் சலனம் (**B**) எந்த அமைப்பிலும் காணப்படுவதில்லை. தற்காலத்திய விளக்கத்தின்படி சலனங் களில் உள்ள ஏற்றம்-தாழ்வு எனும் இரு நிலைகளில் ஏதாவது ஒன்று தலைமைக்கடிகாரமாக (**Master clock**) செயல்படுகிறது.

நிலைப்பொறுப்பி வளைவின் இருவகைகள் :

வின்ஃபிரி (1970) என்பவர் இருவித நி.பொ.வ. உள்ளது என விவரித்தார் (படம்-33, பார்க்க). அவை;

1. வகை 0 அல்லது நி.பொ.வ. வலிமைமிகு வகை,
2. வகை 1 அல்லது நி.பொ.வ. வலிமையற்ற வகை, என்பனவாகும்.



படம் 33:

டுரோசோபில்லா சூடோஅப்ஸ்கூரா, டு மேலனோகேஸ்டர் ஆகிய வற்றின் எக்லோசன் தாளமுறைக்கான வலிமைமிகுந்த (வகை 0) வலிமை குறைந்த வகை (1) இருவித நிலைமாற்ற வளைவு பெறப்படுகிறது.

வகை 0:

ஒளித்தூண்டலின்போது எவ்விதச் சலனமுமில்லாத பகுதியை (இறந்த பகுதி) பெற்றிருப்பதே இதன் சிறப்பு. இந்தப் பகுதி, பகலில் நடமாடும் விலங்குகளுக்கு அதற்குரிய பகலாக அமைகிறது. மாறாகச் சலனமுள்ள பகுதியோ இரண்டு பகுதி களைக் கொண்டது. முதலாவது நடு இரவு வரை மெதுவான முன்னேற்றமாகவும், இரண்டாவது பகுதி, நடு இரவில் துவங்கி வேகமாக இறுதி வரை செயல்படுகிறது. இந்த அமைப்பு மெது வாகத் தொடங்கி வேகமாக நடு இரவில் செயல்படுகிறது. இது எல்லாவிதமான அல்லது ஒன்றுமில்லாத செயல்களைக் கொண்டதாகும். வேகநிலைமாற்றம் இரவின் பிற்பகுதியில் நிலைகுலைந்து இறங்கத் துவங்கிவிடுகிறது.

2. வகை 1:

இதில் மேற்சொன்ன சலனமில்லாத பகுதியென்று (இறந்த பகுதி) ஏதும் இல்லை. இங்கு வரைபடக்கோடுகள் 0—வின் வழியாக மெதுவானதிலிருந்து வேகமானதற்கு மெல்ல மெல்ல மாறுகிறது. நிலைமாற்றத்தின் உயரளவு (**Magnitude**), குறை வானதாக உள்ளது. இந்த வகையான வலிமையற்ற வகை நிலைப்பொறுப்பு வளைவு ‘டுரோசோபில்லா’ தாளமுறையில் ஒளிச்சலனத்தால் ஏற்படுகிறது. இது வலிமையான வகை 0—வுடன் ஒப்பு நோக்கும்போது மிகவும் வலிமையற்றதாக உள்ளது. டுரோசோபில்லா தாளமுறைக்குள்ளேயே இத்தகைய வலிமைமிகு மற்றும் வலிமையற்ற வகைகளாக நி. பொ. வ, உள்ளன என்பது சிறப்பு. இதன் வடிவமைப்பைச் சலனத்தின் வலிமையே நிர்ணயிக்கின்றது. ஆனால் சில அமைப்புகளில் வலிமையற்ற வகையைச்சார்ந்த நி. பொ. வ. மட்டுமே ஏற்படுகிறது.

ஒருமையின் நிலை:

கணக்கியலிலும் பௌதிகவியலிலும் வல்லுநர்கள் ‘ஒருமை’ யைப்பற்றிப் (**Singularity**) பலவிதமான விளக்கங்களைத் தந்துள்ளனர். ஆனால் உயிரியல் மாணவர்களுக்கு இது புரியா மலிருக்கலாம். இது கூடவே எல்லாச் சலனங்களுக்கும் கண்டிப் பாக ஒருமைப்புள்ளி என்பதுண்டு. அதுபற்றிய எளிய விளக்கம் இங்குத் தரப்பட்டு உள்ளது.

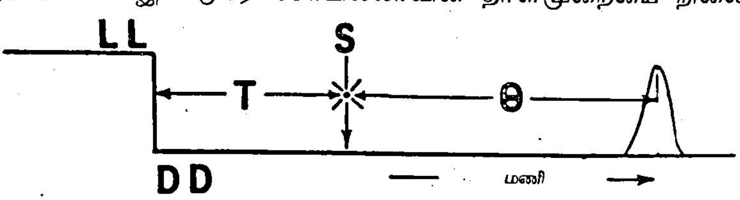
ஓர் ஆபத்தான நேரத்தில் சரியாகச் சக்தி ஏற்படுத்தும் வலிமைமிகு மற்றும் வலிமையற்ற நிலைப்பொறுப்பு வளைவு களுக்கிடையே நீல ஒளிச்சக்தியின் துடிப்புகளைக் கொடுத்தால் (தீவிரமாக மற்றும் காலநேரத்தில்), ‘டுரோசோபில்லா’வின் தாளமுறை கலைந்துவிடுகிறது, என்பதை 1970இல் வின்ஃபிரி

கண்டுபிடித்தார். இத்தாளமுறையைக் கலைக்கின்ற துடிப்புகள் 'S'* என்றும் அதன் ஒருமைநிலையை 'T'* என்றும் அவர் அழைத்தார். இவ்வாறு உயிரியல் கடிகாரத்தை நிறுத்தத் தேவைப்படும் இந்நிலையை 'ஒருமை நிலை' என்றழைத்தார். பியுப்பா அல்லது முட்டை நிலையிலுள்ள 'டுரோசோபில்லா' வை நிரந்தர ஒளி/இருளில் ஒரு தலைமுறை வரை வளர்க்கும் போதும் பின்னர் முழு உருவம் பெறும்போதும் தாளமுறையற்ற நிலையில் செயல்படுகின்றது. மீண்டும் இவற்றை நிரந்தர ஒளி/இருளிலிருந்து நிரந்தர இருள்/ஒளிக்கு மாற்றும்போது மீண்டும் அவை உயிரியல் தாளமுறைப்படி செயல்படுகின்றன. அதாவது நிரந்தர ஒளியில் இருக்கும்போது தாளமுறை திறனற்றதாகி, பின்னர் நிரந்தர இருளைக் கொடுக்கும்போது பழைய நிலைக்கு மாறுகிறது. ஒருமைப்புள்ளிகள் பற்றிய ஆய்வில் நிரந்தர ஒளி/இருளிலிருந்து நிரந்தர இருளில் மாற்றும்போது தாளமுறைகளை ஏற்படுத்த முடியும். வின்ஃபிரி வெளியிட்ட இத்தகைய ஒருமைப்புள்ளிகளின் மதிப்புகள் கீழே தரப்பட்டுள்ளன.

S* = நீல ஒளி 460 நானோ மீட்டர்
100 எர்க்ஸ்/செ.மீ.^{2}/நொடிகள்
50 நொடிகள்

T* = 6.8 மணி நிரந்தர ஒளி/இருளுக்குப்பின்.

டுரோசோபில்லாவில் நிரந்தர ஒளி/இருள் மாற்றம் தாளமுறையை ஒரு வரையறை செய்யப்பட்ட நிலையில் செயல்பட வைக்கிறது. நிரந்தர இருளின் முதல்தாக்கம் அதற்குரிய இரவு துவங்குவதைக் குறிக்கிறது. இது சுமார் 12 மணி நேர அளவுடையது. (உயிரியல் தாளமுறையின் காலம் (T) நிரந்தர இருளில் 24.3 மணி). இவ்வாறு நிரந்தர இருளில் 6.8 மணி நேரம் என்பது அதற்குரிய நடு இரவினைக்குறிக்கிறது. மேலும் இது வலிமைமிகு வகையான நிலைப்பொறுப்பு வளைவில் சக்தி மிகுந்த துடிப்புகளால் நிலைத்தூண்டலை ஏற்படுத்துகிறது. (படம் 34—இல் டுரோசோபில்லாவின் தாளமுறையை நிலை



படம் 34:
டுரோசோபில்லா தாளமுறையை ஒருமை நிலைக்குக் கொண்டு வருவதற்கான சோதனைக்குரிய விளக்கம். இங்கு நிரந்தர ஒளி/நிரந்தர இருள் = 0 மணி., T=6.8 (0 மணிக்குப்பின்)., S=100 எர்க்ஸ்/செ.மீ.^{2}/நொடி 460/நானோமீட்டர் மற்றும் 50 நொடி அளவில் தரப்படும் நீலஒளி (வின்ஃபிரி, 1971).

யற்ற தன்மைக்குச் செலுத்தும் 'வின்ஃபிரி' சோதனை விளக்கப் பட்டுள்ளது). அதாவது ஒரு நாளில் ஒவ்வொரு மணிநேரத் திலும் பொரியக்கூடிய 'டுரோசோபில்லா' வில் முழுத் தாளமுறை யின்மை இருக்கலாம். இச்சோதனை, பலமுறை மீண்டும் செய்து பார்க்கப்பட்டது. அதில் முழுத்தாளமுறையின்மை சில வேளை களிலேயே ஏற்பட்டது. நல்ல தாளமுறையின்மை ஒரே எண்ணிக் கையிலான 'டுரோசோபில்லா' ஒரு குறிப்பிட்ட கால அளவில் (எ. கா. 1 மணி நேரம்) பொரிவதையே குறிக்கும்.

தாளமுறையின்மையைக் கணக்கிடும் போது:

$$200\text{-இல் மதிப்பு} - \frac{\text{கதவிற்கு வெளியே உள்ள ஈக்களின் எண்ணிக்கை}}{\text{உள்ளே உள்ள 'டுரோசோபில்லா' வின் எண்ணிக்கை}} \times 100$$

என்பதாகும். இதில் கதவு என்பது, எவ்வளவு கால அளவில் (மணி நேரத்தில்) எல்லா டுரோசோபில்லாக்களும் பொரிந்தன என்பதைக் குறிக்கும். இங்கு இதன் கால அளவு 8 மணி நேரமாக உள்ளது.

உயிர்க்காலவியல் (**Chronobiologist**) ஆய்வாளர்களுக்கு, இந்த 'ஒருமையின் தன்மை' பெரும் ஆர்வத்தை ஏற்படுத்தி யுள்ளது. ஆனால் உண்மையில் எல்லாச் சர்கேடியன் தாள முறைக்கும் இந்த ஒருமைத் தன்மை நிலைத்துள்ளதா என்பது அறியப்படாமலேயே உள்ளது. வின்ஃபிரியின் நோக்கப் படி சில அமைப்புகளில் ஒருமையின் புள்ளியைச் சலனப் படுத்திச் செயல்படுத்தும்போது, தாளமுறையின்மை தூண்டப் படுகிறது. 'டுரோசோபில்லா' சமுதாயத்தின் நிகழ்வுகள் ஒன்றிணையாத உயிரியல் கடிகாரத்தின் விளைவாக ஏற்பட்டது எனலாம்.

டுரோசோபில்லா உயிரியல் கடிகாரத்தைப் பெற்றிருப் பினும் அதன் செயல்நிலை மற்ற ஈக்களுடன் வேறுபட்டதாக இருக்கும். மேலும் T^* என்பது, மெதுவானதிலிருந்து வேகமான எதிர்ச்செயலுக்குச் செலுத்தக்கூடிய துடிப்புகள் காணப்படும் இடத்திற்கு மிக அருகே உள்ளது. கலாங்கோ மலரின் இதழ்த் தாளமுறைகூட இவ்வகையான ஒருமைத் தூண்டலுக்கு ஒத்து போகிறது. விதியாகக் கூறும்போது ஒரு தாளமுறை நிலையில்லா திருந்தால் மற்றொரு தெரியாத நிலை மூலம், மீண்டும் அது தன் சொந்த நிலைக்கு வரமுடியும். இந்த 'ஒருமை' நிகழ்வுகளைப் பற்றி ஒருசெல் உயிரிகளில் அறியலாம். இந்தப் பிரிவில் திருப்தி கரமான விடை அளிக்க இயலாத பல கேள்விகள் உள்ளன.

நிலைப்பொறுப்புவளைவின் பயன்கள்:

ஒத்திசைந்து ஏற்படும் தாளமுறையின் செயல்களைப்பற்றி நிரந்தர ஒளி/இருள் சுழற்சியினால் முன்கூட்டியே அறியத்தக்க தன்மையை இந்த நி. பொ. வ. பெற்றிருக்கிறது. உண்மையில் 'அஸ்காஃப்' சொன்னதுபோல நிலைமாற்றமின்றி ஒத்திசைந்த தாளமுறை ஏற்படுவதில்லை. அதுபோல நிலைமாற்றமின்றி நிலைப்பொறுப்பு வளைவுமில்லை. இவ்வாறாகச் சர்கேடியன் தாளமுறையைப் பெற்றிருக்கும் நி. பொ. வ. வின் ஒரு பகுதி மெதுவான நிலைமாற்றத்திற்கும் மறு பகுதி வேகமான நிலை மாற்றத்திற்கும் பொறுப்பாகின்றன. இதன்படி சூரிய உதயத்தால் உண்டாகும் ஒளி, தாளமுறையை வேகமாக்கியும் சூரிய மறைவால் (180° கோணத்தில்) ஏற்படும் ஒளி, தாளமுறையைத் தாமதப்படுத்தியும் சமமாக்கிவிடும். இதன் பயனாக ஒத்திசைவுத் தாளமுறை ஏற்படுத்தும் காலம் $\tau = T$ (அதாவது 24 மணி நேரம் என்ற பூமியின் நாள்) என்றாகிறது.

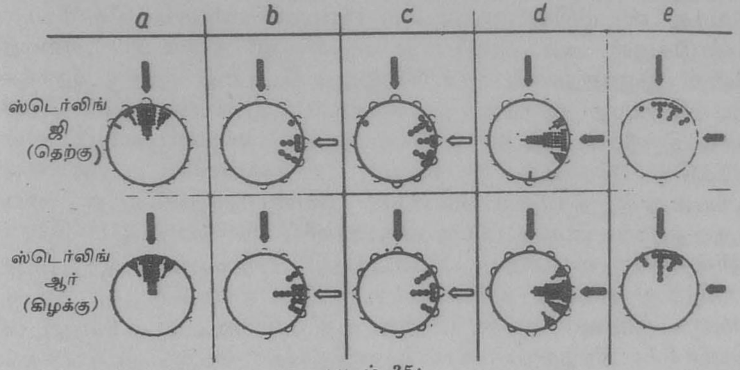
அடிப்படைச் சலனத்தினையோ, வேறு எந்தச் செயலையோ, வேதியல் அல்லது நச்சுப் பொருட்கள் தாக்கியிருக்கின்றனவா என்பதை அறிய இந்த நிலைப்பொறுப்பு வளைவு உதவுகிறது. தாளமுறைச் செயல்களில் அளவிடக்கூடிய மாற்றங்கள் உண்மையான முடிவுகளைத்தரா. இந்த நிலையில் வேதியல் மற்றும் நச்சுப்பொருட்களையே துடிப்புகளாகக் கொடுத்து அதனை நிலைப்பொறுப்பு வளைவில் கண்டுபிடிப்பது தொன்று தொட்டு வரும் பழக்கமாகும். உயிரியல் கடிகாரம் உள்ளது என்பதை நிருபணம் செய்ய இதுவே உண்மையான வழியாகும். பலதரப்பட்ட காரணிகளைப் பயன்படுத்திச் சலனத்திற்கான நிலைப் பொறுப்பு வளைவை அமைக்க உயிரி கால அறிவியலாளர் (**Chronobiologist**) இன்னும் முயலுகின்றனர். இயற்கையின் இயக்கங்களைப் புரிந்துகொள்ள இது ஒரு சிறந்த வழியாகக் கருதப்படுகிறது.

அத்தியாயம் 5

வான்வெளியில் உயிரியல் தாளமுறை

உயிரினங்கள் தங்களது உயிரியல் தாளமுறையை உயிரியல் கடிகாரமாகப் பயன்படுத்துகின்றன என்று முன்பே கண்டோம். இருப்பினும் அது உயிரியல் கடிகாரம் ஆகாது. அவை நாளின் நேரத்தை (நேரத்தில் இயைந்த) சூரிய, சந்திர, வான்வெளியி லுள்ள பிறவற்றின் நிலையை (வான்வெளியில் இயைந்த) அறிய, அளக்கப் பயன்படுகின்றன.

வான்வெளியிலுள்ள பொருட்களுடன் இயைந்த தாள முறையின் நிலைகளைப்பற்றி 1911இல் எறும்புகளில் முதன் முதலாகக் கண்டுபிடிக்கப்பட்டது. எறும்புகள் தமது புற்றுக்குள்



படம் 35:

இரு ஸ்டெர்லிங் பறவையில் சோதனைக்காகக் கடிகாரத்தைத் திசைமாற்றி வைத்த பிறகு,

a = இயற்கையான நாளின் பயிற்சி நேரத்தின் தீவிர சோதனை
b = 12-18 நாட்களுக்குப்பின், செயற்கையான நாளில், 6 மணி எனும் மண்டல நேரத்திற்குப்பின்
c = 3-8 நாட்களுக்குப்பின், நிரந்தர நிலையில் ஏற்படும் மாற்றம்
d = செயற்கை நாளின் பயிற்சியின் போது
e = 8-17 நாட்களுக்குப்பின், இயற்கையான நாளுக்குத் திரும்புதல்

ஒவ்வொரு புள்ளியும் ஒவ்வொரு ்தேர்வைக்குறிக்கும். படத்தின் மேலுள்ள கறுப்பு அம்புக்குறி உண்மையான பயிற்சி நிலையைக் குறிக்கும். வெள்ளை அம்புக்குறி, கடிகாரம் மாற்றப்பட்டால் எதிர்நோக்கப்படும் நிலைமையைக் குறிக்கும். புள்ளி அம்புக்குறி செயற்கையான நாளின்போது உள்ள நிலையைக் குறிக்கும் (ஹாஃப்மேன், 1960).

திரும்பிச்செல்லச் சூரியனின் நிலையைப் (பாதையை) பயன் படுத்துகின்றன. சூரிய ஒளியை ஒரு கண்ணாடியின் மூலம் பிரதிபலிக்கும்போது, எறும்புகளின் பாதை எதிர்பார்த்தது போல மாறுகிறது. இதுபோல பிராணிகளிடம் சூரிய ஒளி அல்லது செயற்கை ஒளியைப் பயன்படுத்தி அவற்றின் செயல் பாட்டையே மாற்றலாம். இங்குச் சூரிய ஒளி காந்தமானியின் ஊசிகளைப்போலத் திசைகாட்டிகளாக அமைவதால் இத் தகைய இயைவுகளை ஒளிக்காந்தமானி விளைவுகள் என்பர்.

சூரிய காந்தமானியின் இயைவு:

சூரிய ஒளியை உயிரினங்கள் இயைபிற்காக அடிக்கடி பயன்படுத்தக்காரணம் அவை இயற்கையில் எளிதாகவும், நம்பக மானதாகவும் இருப்பதேயாகும். இடம்பெயரும் பறவைகளைக் கூண்டுக்குள் அடைக்கும்போது அவை இடம் பெயரத் துடித்து, அமைதியின்றித் திரியும். இதை ஜெர்மன் மொழியில் 'சுகுன்ருஹி' என்பர். ஜெர்மன் விலங்கியலாளரான கிராமர் 1949இல் பறவைகளில் முதலில் இதனைக் கண்டறிந்தார். இவரது ஸ்டார்லிங் பறவையை (**Sturnus vulgaris**) வெளிப்புற கூண்டுக்குள் அடைத்தபோது சுகுன்ருஹி நிலையில் அமைதி யின்றி இருந்ததுடன் எப்பொழுதும் போலத் தெற்கு நோக்கி இடம்பெயரத் தயாரானது. ஆனால் இது வான்வெளி தெளி வாக இருந்தபோது மட்டுமே நடந்தது. கண்ணாடியைப் பயன் படுத்திக் கிராமர் நடத்திய சோதனையில் பறவைகள் சூரியனைக் காந்தமானியாகப் பயன்படுத்துகின்றன என நிரூபித்தார். அதன் பிறகு ஒரு நாளில் பல்வேறுபட்ட நேரங் களில் ஒரே வழியைப் பயன்படுத்தி, பறவைகள் சூரியனின் பாதைக்கு ஏற்பத் தங்களை மாற்றிக்கொள்கின்றன என்று சரியாக முடிவு செய்தார். அதாவது பறவைகள் சூரியனுடன் (தினசரி) நிரந்தரமான கோணத்தை மேற்கொள்ளாமல் (பூமியுடன் சூரியன் கொண்டிருக்கும் உறவைப்போல) அவற்றின் இயக்கத்துடன் சரியாக ஒன்றிணைந்துள்ளன.

சூரியனின் பாதைகளுடன் தம்மைத்தாமே தொடர்ந்து ஈடுபடுத்துவது பறவைகளின் இடம்பெயர்ந்து பறக்கும் தன்மை யால் பெறப்படுகிறது. (எ.கா. சூரியப் பாதைகளுடன் உள்ள தொடர்ந்த உறவைக் கூறலாம்). ஆனால் கொடுக்கப்பட்ட நாளின் நேரத்திற்குத் தக்கபடி உள்ளுக்குள்ளே(யே) உள்ள பொருட்கள் கோணநிலையை (திசையை) முடிவுசெய்கின்றன. 1954இல், நடந்த ஒரு சிறப்பான சோதனையில் கோண நிலையை அல்லது திசையை, நிர்ணயிப்பது உண்மையாக அவற்றிற்குள்ளேயே உள்ள 'சர்கேடியன்' கடிகாரமாகும் என நிரூபிக்கப்பட்டது. பறவைகள் தேர்ந்தெடுக்கும் திசையை

உள்ளூர் நேரத்தைத் தவிர்த்துச் செயற்கையான ஒளி அல்லது இருள் சுழற்சியில் ஆட்படுத்தி முன்கூட்டியே மாற்றியமைக்க முடியும். படம் 35இல் இத்தகைய ஒரு சோதனையின் முடிவு தரப்பட்டுள்ளது.

சர்கேடியன் தாளமுறையும் இடம் பெயர்தலும்:

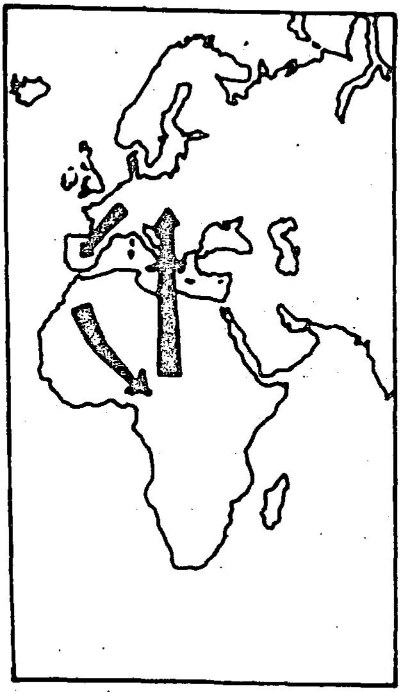
விலங்குகளில் நாம் எதிர்பார்ப்பதைவிட அதிகமாக இடம் பெயர்தல் காணப்படுகிறது. இடம் பெயர்தலுக்கான காரணங்கள் சிலவற்றில் தெளிவாகத் தெரிந்தாலும் பலவற்றில் அறிவது கடினமாகும்.

உணவிற்காகவும் இனப்பெருக்கத்திற்காகவும் மட்டுமே விலங்குகள் இடம் பெயர்வதில்லை. மேலும் உயிர்வாழவும், சந்ததிகளைப்பெற்று வளர்ப்பதற்காகவும் விலங்குகள் இடம் பெயர்தலுக்கு உந்தப்படுகின்றன.

இடம் பெயர்தலில் இரு முக்கிய நிகழ்ச்சிகள் உள்ளன: முதலாவது இடம் பெயர்தலுக்கான இடம் நோக்கிய பயணம், மற்றது திரும்பி வரும் பயணம் என்பனவாகும். இடம் பெயர்தல் என்ற வார்த்தை பிராணிகளும் பறவைகளும் நீண்ட தூரச் சுழற்சியினால் அல்லாமல் காலத்தின் அடிப்படையில் பயணம் மேற்கொள்வதையே குறிக்கும். மாறாக 'இல்லம் நோக்கி' **(Homing)** என்ற சொல் பறவைகள், வௌவாலும் பிற விலங்குகளும் தங்களது இரையைத்தேடி நாள்தோறும் சென்றுவரும் பயணத்தைக் குறிக்கும். நீண்டதொலை தூர இடம் பெயர்தல் அதிகமாக நடமாடும் விலங்குகளில் அளவோடுதான் உள்ளது. இதற்குப் பல காரணங்கள் உண்டு. இடம் பெயர் விலங்குகளில் பறவைகள், கடல் பாலூட்டிகள், ஊர்வன முதலியவை அடங்கும். இவற்றின் ஆர்டிக் கண்டத்தை நோக்கிய இனப்பெருக்கப்பயணம் ஆண்டுதோறும் சுமார் 27,000 கி.மீ. தூரம் உள்ளது. ஆர்டிக் கண்டத்தைச்சேர்ந்த ஸ்டெர்னா பேரடிஜியா எனும் பறவை அண்டார்டிக் கண்டத்தை நோக்கி இனப்பெருக்கத்திற்காகப் பறக்கிறது.

இடம்பெயரும் அமைதியின்மை அல்லது 'சூகன்ருஹி' நிலை 1949இல் முதலில் கண்டுபிடிக்கப்பட்டாலும், 1960இல் தான் இது, வழிவழியாக-மரபியல்படி உந்தப்படுகிறது. ஐரோப்பிய ஸ்டெர்லிங் பறவை கூண்டில் அடைக்கப்பட்ட போது, விடுதலை செய்யும்வரை இடம்பெயரும் எண்ணத்தில் மத்திய மற்றும் வட ஆப்பிரிக்காவை நோக்கிய திசையில் தொடர்ந்து கூண்டிற்குள்ளேயே பறந்துகொண்டிருந்தது. இப்பறவை தெற்கு நோக்கியும் பறந்தவண்ணமிருந்தது என்பது மேலும் சுவையானதாகும்.

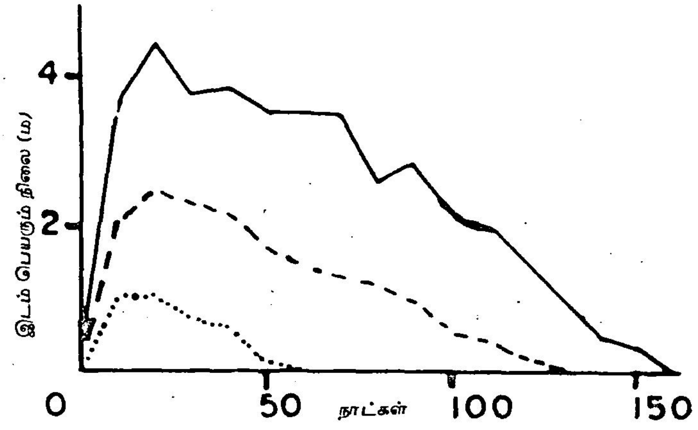
நெடுங்காலமாகப் பறவைகளின் இடம்பெயர்தல் ஒரு புரியாத புதிராகவே இருந்துவந்தது. தொலைதூர இடத்தைக் கண்டறியும் தன்மை, அதற்கான உழைப்பு, தனது சொந்த இடத்திற்குச்சாரியாக ஓர் ஆண்டிற்குப்பின் திரும்பிவரும் திறமை முதலியன பெரும் புதிராகவே இருந்தன. ஆனால் தற்போதைய ஆதாரத்துடன் அறியப்படுவது யாதெனில், ஸ்டெர்லிங் பறவையின் (**Sturnus vulgaris**) இடம் பெயர்தல் மரபியல் பண்புகளின் கட்டளைப்படி நடக்கிறது என்பதே. அது கடக்க வேண்டிய தொலைவு, பறக்கவேண்டிய திசை, அவற்றிற்குத்தக்க படி நேரத்தை மாற்றி அமைக்கும் திறன் முதலியவைகூட மரபியலின் அடிப்படையிலேயே நடந்தேறுகின்றன (படம் 36, பார்க்க).



படம் 36:

ஐரோப்பிய தோட்டக்குருவி செல்லும் சிக்கலான இடம்பெயரும் பாதை இங்குக் காட்டப்பட்டுள்ளது. வசந்தகாலத்தில் மத்திய ஆப்பிரிக்கா விலிருந்து வடக்கு நோக்கியும் பனிக்காலத்தில் முதலில் தென்மேற்கு நோக்கியும், பிறகு தென்கிழக்கு நோக்கியும் சகாரா பாலைவனத்தின் வழியாகத் திரும்பிவரும்.

சில ஆண்டுகளுக்கு முன் விளக்கப்பட்டதன்படி கால நிலை மற்றும் திறன் அடிப்படையில் ஐரோப்பிய கருந்தொப்பிப் பறவைகளின் (**Sylvia atricapilla**) 4 குழுக்களில் இடம் பெயரும் அமைதியின்மை பதிவு செய்யப்பட்டது. இவை வெவ்வேறாக இருந்ததுடன் பயணத்தொலைவுடன் தொடர்பு கொண்டிருந்தன. இரு குழுக்களில் ஒன்று ஐரோப்பாக் கண்டத்திற்குள் இடம் பெயர்வதும், மற்றது ஐரோப்பாவிலிருந்து ஆப்பிரிக்காக் கண்டத்திற்கு இடம்பெயர்வதுமாகத் தேர்வு செய்யப்பட்டு, பின் அவற்றை இனவிருத்திக்கு ஆட்படுத்திப் பெற்ற கலப்பினப் (**Hybrid**) பறவையைச் சோதித்ததில் அது பெற்றோரைவிட இரண்டிற்கும் இடைப்பட்ட இடம் பெயரும் அமைதியின்மையைப் பெற்றிருந்தது. இடம் பெயர்தல் என்பது மரபியல்படி வருவதே என்பதை இது ஆதாரத்துடன் நிரூபித்துள்ளது (படம் 37). பறவைகள் பறக்கும் பாதை அவற்றிற்குக் குறிப்பிட்ட அளவிற்கு உதவுவதால் வான் வெளிப்புதிர்களை அவை சமாளித்துக்கொள்கின்றன.



படம் 37:

ஐரோப்பியத் தோட்டக்குருவியின் மரபியல் அடிப்படையிலான இடம் பெயரும் தன்மை வரைபடமாகக்காட்டப்பட்டுள்ளது. மேலே உள்ள வளைவு சில்வியா அட்ரிகேப்பிலா எனும் தென் பிராந்திய ஜெர்மன் நாட்டின் குருவி இனத்து இடம்பெயர்வதற்கான நேரத்தையும் அதற்கான காலத்தையும், கீழே உள்ள வளைவு கேரித்தீவின் பறவை இனமொன்றன் இடம்பெயர் நேரத்தையும் காலத்தையும், நடுவே உள்ள வளைவு, மேற்கண்ட இருபறவைகளின் கலப்பினத்தின் (**Hybrid**) இடம்பெயர் ஓய்வற்ற தன்மையையும் காட்டுகின்றன. இந்தக் கலப்பினம் மேற்கண்ட தன் பெற்றோரின் இருவித இடம்பெயர் குண அதிசயங்களையும் பெற்றுள்ளது. (பெர்ஹோல்ட் மற்றும் குவர்னர், 1981).

பறவைகளின் இடம்பெயர்தலில் சர்கேடியன் தாளமுறை எங்குச் செயல்படுகிறது எனக் கண்டோம். இடம் பெயரும் பறவைகள் தெற்கு நோக்கிப் பறப்பதற்கு முன்கூட்டியே தன்னைத் தயார்படுத்திக்கொள்கின்றன. சான்றாக, குளிர் காலம் வந்ததும் அவை கிளம்பத் தயாராகின்றன. பனி கொட்டத்துவங்கும் முன் அல்லது இரைப்பூச்சிகள் இல்லாது போவதற்கு முன் தங்களது கூடும் இடம்பெயர்தலுக்குத் தேவையான சக்தியைத் தேக்கியும் புதிய இறக்கைகளைப் பெற்றும் அளவில் பெருத்துவிடுகின்றன. அதாவது இதனை எதிர்பார்த்து முன் கூட்டியே தங்களைத் தயார் செய்துகொள்கின்றன. இங்குப் பகலின் ஒளி அளவு குறைவதையும் குளிர்காலம் வரப் போவதையும் உணர்த்துவதாகச் சர்கேடியன் தாளமுறை செயல்படுகின்றது. மாறாக வசந்தகாலம் வந்தால் தமது சொந்த இல்லம் நோக்கித் திரும்பி, மேற்சொன்னதற்கு எதிராகச் செயல்படுகின்றன. அதாவது பகலின் அளவு கூடிவருவதை உணர்த்துகின்றன. பறவை இடம் பெயர்தலுக்கு ஒளிக்காலம் அடிப்படையாக இருக்கக்கூடுமோ என்ற ஐயம் கடந்த 60 ஆண்டுகளாக நிலவுகின்றது.

மற்ற விலங்குகளுடன் சூரிய காந்தமானியின் இயைபு:

கார்ல் வான் பிரிஸ் (1950), இதேபோன்ற சூரிய இயைபினைத் தேனீக்களிலும் கண்டுபிடித்தார். இதே போன்ற இயைபு வண்ணத்துப்பூச்சிகளிலும், மீன், சிலந்தி, கணுக்காலி வகைகள், ஊர்வன, இரு வாழ்வி உயிரிகள் மற்றும் பாலூட்டிகளிலும் கண்டு பிடிக்கப்பட்டுள்ளது. ஐரோப்பியக் கடற்கரையோரங்களில் வாழக்கூடிய மணல் வெட்டுக்கிளி (Talitrus saltator) எனும் இரவில் நடமாடும் இருவாழ்வி உயிரியை இடம் மாற்றி வைக்கும்போது சூரிய உதயத்தை, சூரிய காந்தமானியாகப் பயன்படுத்தித் திசையை அறிந்துகொள்கின்றது. அதன் வாழிடத்திலிருந்து அதை மணலை நோக்கியோ, கடலை நோக்கியோ எடுத்துச்சென்று விடுவிக்கும்போது அது கடற்கரையை நோக்கியதாக வந்து மண்ணிற்குள் குழிபறித்து ஒளிந்து கொள்கின்றது.

சந்திரக்காந்தமானியின் இயைபு:

1973இல் 'சான்ட்சி' என்பவர் எறும்புகள் இரவு நேரங்களில் திசையை அறிய நிலவின் ஒளியைப் பயன்படுத்துகின்றன என்றார். இருவாழ்வியான 'டேலிட்ரஸ் சால்டேட்டர்'இல் சூரிய காந்தமானியின் இயைபைப்பற்றி முதலில் விளக்கிய பார்டியும் பாபியும் 1960இல் விலங்குகள் சூரிய கடிகாரத்தைப் (Solar clock) பெற்றிருப்பது போல் சந்திரக்கடிகாரத்தையும் (Lunar clock) பெற்றுள்ளன என்றனர். இவற்றைப்பற்றி

அடிக்கடி அறிவிக்கப்படுவதிலிருந்து இவற்றிற்கான அடிப்படைகள் உண்மையிலேயே இருப்பதாகக் கருதப்படுகிறது. ஆனால் ஆழமான ஆராய்ச்சிகளே விலங்குகளிடம் சந்திரனும் இத்தகைய காந்தமானியாக இயைந்துள்ளது என்பதை உறுதிப்படுத்த முடியும்.

நட்சத்திரக் காந்தமானியின் இயைபு:

பறவைகளில் சூரியகாந்தமானியின் இயைபு பற்றிக் கண்டுபிடிக்கப்பட்டபின் இரவில் அதன் இயைபு எத்தகையது என்பது பற்றி அறிய முற்பட்டனர். இடம்பெயரும் பறவைகள் இரவிலேயே அதிகமாக இடம் பெயர்கின்றன. 1955இல் இரு அறிவியலாளர்கள், ஐரோப்பிய 'வார்பிளர்ஸ்' பறவைகளிடையே காணப்பட்ட இடம்பெயர் அமைதியின்மையை (**Zugunruhe** தன்மையை), கிராமர் வகைக் கூடுகளில் அடைத்துப் பரிசோதிக்கும்போது கண்டுபிடித்ததோடு பறவைகள் திசைகளை அறியத் தங்களது உள்கடிகாரத்தின் மூலம் நட்சத்திர அமைப்புடன் தொடர்பு கொள்வதாகவும் நம்பினார்கள். ஆனால் இதுபற்றிய நம்பத்தக்க சான்றுகள் எதுவும் இதுவரை கிடைக்கவில்லை.

புவிக்காந்தப்புலத் துணைவழி இயைபு:

ஐரோப்பிய ராபின் (**Erihacus rubecula**) பறவை வான்வெளி உதவி ஏதுமின்றி இடம்பெயர்தலுக்கான திசையைக் கண்டுபிடித்தாகக் கடந்த 20 வருட ஆய்வுச்சான்றுகள் கூறுகின்றன. அதாவது அவை புவிக்காந்தப்புலத்தைப் பயன்படுத்தித் திசையைக் கண்டுபிடிக்கின்றன. புறாக்கள் தம் மாடத்தை நோக்கித் திரும்பும் தன்மையும் இதே வகையைச் சேர்ந்ததே. பறவை இடம் பெயர்தலில் இப்புவிக்காந்தப்புலத்தின் பாதிப்புகளைக் காணும்போது இடம் பெயர்தலில் இதன் பங்கு கொஞ்சம் உள்ளது என்பது புலனாகிறது. இப்புவிக்காந்தப் புலத்தின் தூண்டுதல்களைப் பெறும் உறுப்புக்களின் இடத்தைப் பற்றியோ, அவற்றின் செயல்பாடுகளைப்பற்றியோ இதுவரை யாதொன்றும் அறியப்படவில்லை என்பதே பெரும் பிரச்சனையாக உள்ளது.

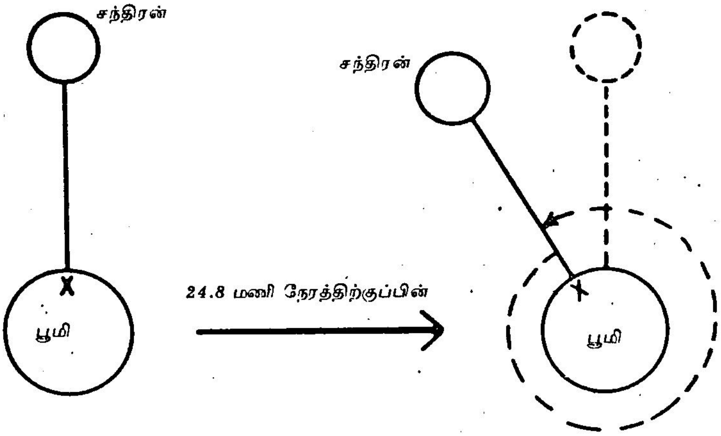
சில வருடங்களுக்கு முன் ஜெர்மன் பிராங்பர்ட் பல்கலைக் கழக (தற்போது வெர்ட்ஸ்பர்க் பல்கலைக்கழக) அறிவியலாளர், தேனீக்கள் தன்னிச்சையாக வாழும்போது அவற்றின் நடத்தை மற்றும் செயல்பாடுகளில் சுற்றியுள்ள புவிக்காந்தப்புலன்களின் தாக்கமிருப்பதாக விளக்கினர். தேனீக்களின் சலனச் செயல்பாடுகள் மூலம் காந்தப்புலத்தின் வரவை முன்கூட்டியே அறிய முடியும். சமீபத்தில் புறாக்களின் கண்களுக்கிடையே உள்ள திசுக்கள், புவிக்காந்தப் புலத்திலிருந்து வரக்கூடியதூண்டு

தலுக்கு ஆளாகின்றன என்பது கண்டறியப்பட்டுள்ளது. இவ்வாறு வான்வெளிப் பொருட்களிலிருந்து வரக்கூடிய இயை பினையே வான் இயைபு (**Astro-orientation**) என்பர். இன்னும் இந்த வான் இயைபுப் பிரிவில் பற்பல புதிய உண்மைகள் கண்டு பிடிக்கப்பட வேண்டியுள்ளன.

அத்தியாயம் 6

கடல் சுற்றுப்புறத்தில் உயிரியல் தாளமுறை

கடல்வாழ் விலங்குகளும், தாவரங்களும் ஒரு குறிப்பிட்ட காலக்கட்டத்துடன் கூடிய பலதரப்பட்ட காரணிகளான ஒளி, வெப்பம், நீரோட்ட அழுத்தம், கரைந்துள்ள ஆக்சிஜன் மற்றும் கார்பன்-டை-ஆக்சைடு போன்றவற்றின் பாதிப்புகளுக்கு ஆளாகின்றன. ஆனால் இவை எப்படி ஆளாகின்றன என்பது நடைமுறையில் அறியப்படவில்லை. இதனையே ஆழ்கடலில் உயிரியல் தாளமுறை உள்ளனவா என்றும் மாற்றி வினவலாம். ஆழ்கடல் என்பது குகையின் சூழ்நிலையைப்போல, நிரந்தர ஒளி ஊடுருவ முடியாத, வெப்பநிலைகூட மேலோட்டமாகப் பாதிக்கும் நிலையில் உள்ள இடமாகும். எனவே மீதமுள்ள இந்த அத்தியாயத்தின் பகுதியில் ஆழ்கடல் உயிரினங்களைப் பற்றி விளக்கப்படவில்லை. மாறாகச் சமுத்திர/கடல் ஓரங்களில் வாழும் உயிரினங்களைப்பற்றி விளக்கப்பட்டுள்ளன.



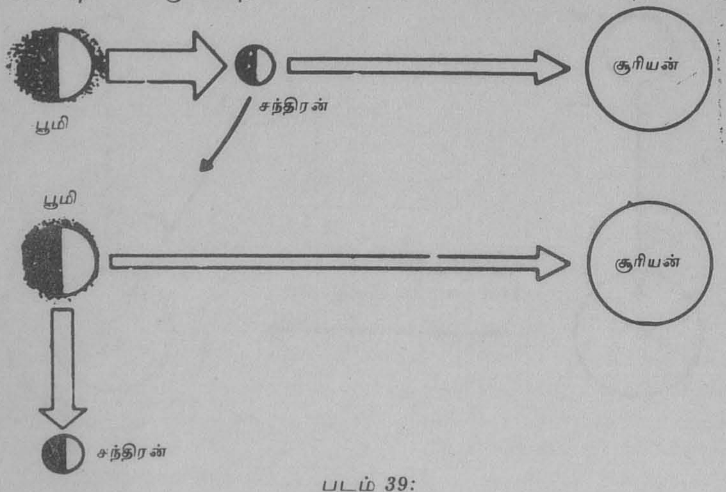
படம் 38:

ஒவ்வொரு நாளும் 50 நிமிடம் சந்திர உதயம் தாமதமாவதால் சந்திர நாள் என்பது சுமாராக 24.8 எனும் அளவில் உள்ளது.

கடலோரத்துடன் உள்ள அலையிடைப்பகுதி சென்னைக் கடற்கரையைப்போலத் திடீரெனக் குறுகி முடிவடையலாம் அல்லது ஆஸ்திரேலியாவின் கிரேட் பேரியர் ரீஃப் என்னும் கடற்கரையின் மிகநீண்ட பல நூறு சதுர மைல் பரப்பளவுள்ள தாகவும் இருக்கலாம்.

பூமி தன் சுய அச்சில் தன்னைத்தானே சுற்றிக்கொள்ளும்போது ஒவ்வொரு 24 மணி 50 நிமிடத்தில் சந்திரனுடன் தொடர்பு கொள்கிறது. சந்திர நாள் என்பது 24 மணி 50 நிமிடங்களைப் பெற்றதாகும். இது, அந்த ஒரு நாளில் இரு முறை ஏற்றத்தாழ்வுகளைத் தோற்றுவிக்கின்றது. இது சுமார் 12-14 மணி நேரம் என்ற அளவில் ஏற்படுகிறது. இந்த ஏற்ற இறக்க ஈர் அலைகள் ஏற்கெனவே கூறிய ஏற்றத் தாழ்வு அலைகளைப் போலிருப்பதையே சம உயரத்திலான அபூர்வ அலைகள் என்பர். சந்திரன் பூமத்திய ரேகையின் மேல் வலம் வரும்போது ஒரு நாளில் ஏற்படும் இந்த ஈர் அலைகளின் உயரமும் சமமானதாக இருக்கும்; மாறாகச் சந்திரன் பூமத்திய ரேகையை விட்டுத் தெற்காகவோ, வடக்காகவோ வலம் வரும்போது ஓர் அலையின் உயரம் மற்றதைவிட உயரமானதாக இருக்கும். இவையே பகுதிப்பகலினுடைய சமநிலையற்ற அலைகள் எனப்படும்.

மாதமிருமுறை அமாவாசை, பௌர்ணமி ஆகிய இரு நாட்களில் சூரியன், சந்திரன், பூமி மூன்றும் ஒரே நேர்க் கோட்டில் வருகின்றன (படம்-39, பார்க்க). அப்போது



படம் 39:

பூமி, சூரியன், சந்திரன் மூன்றும் நேர்க்கோட்டில் இருக்கும்போது நெடு அலையும், மூன்றும் கோணத்தில் இருக்கும் போது குறுகிய அலையும் ஏற்படுகின்றன.

சூரியனின் ஈர்ப்பு விசையுடன் சந்திரனின் ஈர்ப்பு விசையும் சேர்வதால் கடலில் தீவிரமான அலை எழுச்சியை (உயர்ந்த அலையை) ஏற்படுத்துகிறது. மாறாக சூரியன், பூமி, சந்திரன் ஆகியன முக்கோணமாக மூன்று இடங்களில் (படம்-39) இருக்கும்போது (அஷ்டமி நாளில்) சூரியனின் ஈர்ப்பு விசை சந்திர விசையைப் பெரிதாகப் பாதிப்பதில்லை. இந்நாட்களில் கடல் அலை வலிமையற்றதாக இருந்து தாழ்ந்த அலை ஏற்றம் ஏற்படுகின்றன.

அலைகளிடையே நேரடியான ஏற்ற இறக்கங்களில் வாழும் உயிரினங்கள் சூரியனுக்கு நேரடியாகப் பார்வை யாகின்றன. இவை அலைகளின் ஏற்ற இறக்கங்களுடன் நிலையாக ஒன்றிணைந்து வாழ்கின்றன. இதுவே மிகக் குறைந்த (6 மணி) நேரத்தில் நீரில் மூழ்கியும் வெளிவந்தும் வாழும் உயிரினங்கள் எதிர் நோக்கக்கூடிய மிக மோசமான சவாலாகும். மேலும் இது உணவு வழங்குவதிலுள்ள ஏற்றத்தாழ்வுகளை உணர்த்துகிறது. உயர்ந்த அலைகள் உயிரினங்களை அமிழ்த்தும் போது அவற்றின் உணவு வடிகட்டிகளை அதிகமாக வேலை செய்ய வைத்து, அதிகமாக உணவுகளை உட்செலுத்தி வடிகட்ட வைக்கிறது. உஃகா வகையைச் சேர்ந்த வடிகட்டின அழுக்கு உணவுகளை உண்ணக்கூடிய பிடில் நண்டுகள் (**Fiddler crabs**) கடலலை பின் வாங்கும்வரை காத்திருக்கிறது. அலைகளிடையே வாழும் உயிரினங்கள் தங்களது ஆக்சிஜன் கார்பன்-டை-ஆக்சைடு அளவிலும், இயந்திர/இயந்திரமற்ற பிறவற்றிலும் பெரும் ஏற்றத்தாழ்வுகளை எதிர்நோக்குகின்றன. இதுபோன்ற உயிரினங்கள் கடற்கரையில் வாழ்வது என்பது ஓயாத சவாலாக அமைகின்றது.

என்றும் சவாலாக அமைந்துள்ள சுற்றுப்புறங்களில் வாழும் இந்த அலையிடை உயிரினங்களில் ஏற்படும் உயிரியல் தாளமுறை, அவற்றைத் தத்தமது சுற்றுச்சூழலுடன் ஒத்துவாழ உதவுகின்றது. சரியாகக் கூறவேண்டுமானால் இந்தக் கடல் வாழ் உயிரினங்களில் சர்கேடியன் தாளமுறையைவிட உயிரியல் தாளமுறை மிகவும் குறைவாகவே ஆராயப்பட்டுள்ளது. பிரெஞ்சு அறிஞர் சார்லஸ் பௌன் என்பவர் அலையிடையே வாழும் கன்வல்யூட்டா ரோஸ்காஃபின்சிஸ் எனும் தட்டைப் புழுவில் உள்ள அலைத்தாளமுறையைப் பற்றி முதன் முதலில் விளக்கினார். இப்புழு கடலில், பாசியுடன் ஒட்டியிருக்கும் போது பச்சையாகத் தோன்றுகிறது. 1903-04இல் பௌன் செய்த சோதனையின்படி கடல் பாசி இல்லாத நிலையில் இப்புழுக்கள் மணலின் அடியில் தங்கிவிடுகின்றன. அலை இறக்கம் ஏற்படும்போது இவை மணலுக்குள் மறைந்துகொள் கின்றன. இவரது இக்கண்டுபிடிப்புகளுக்குப் பின் அலைத்தாள

முறை/சர்காடைடல் தாளமுறையைப்பற்றிப் பல விலங்குகளில் ஆராயப்பட்டன. பலதரப்பட்ட விலங்குகளில் உள்ள அலைத் தாளமுறையைப் பற்றிய சான்றுகளை ஆராயும் முன்பு அந்த அலைகளின் மூன்று வகைகளைக் காண்போம்.

1. பகுதிப்பகலின் அலைகள் (Semidiurnal tides)

இவை வடகடல் அட்லாண்டிக் மற்றும் இந்தியப்பெருங் கடல் கரையோரம் அதிகமாக ஏற்படுகின்றன. இதுபற்றி முன்பே விளக்கப்பட்டுள்ளது.

2. பகலின் அலைகள் (Diurnal tides)

இவை ஒரே ஒரு உயர்ந்த மற்றும் ஒரே ஒரு தாழ்ந்த அலையைக் கொண்ட மெக்சிகோ வளைகுடாக் கடலோரம் ஏற்படுகின்றன.

3. கலப்பு அலைகள் (Mixed tides)

இவை பசிபிக் ஆஸ்திரேலியா, கரேபியன் மற்றும் அரேபியன் கடலோரப் பகுதிகளில் ஏற்படுகின்றன.

அலையிடை நிபந்தனைகளுக்குரிய செயல்படுதகவமைப்புகள்:

அலையிடைப் பகுதியில் வாழுகின்ற விலங்கினங்கள், நீரில் வாழும் வாழ்வு மற்றும் நிலத்தில் வாழும் வாழ்வு ஆகிய இரண்டிலும் நிலைக்குத்தக்கபடி பெரும் வேறுபாட்டை உருவாக்குகின்றன. பொதுவாக இந்தியக் கடற்கரைகளில் வாழும் நில நண்டு, பேய் நண்டு முதலியன 'ஒசிபோடா' வகையைச் சேர்ந்தன. இவை 'அலைவரும் எல்லையை விட்டுச் சில அடிதூரம் குறிப்பறிந்து அதில் வாழ்கின்றன. நீர் நண்டு வகையைச் சேர்ந்த அனேமுரான் **(Emerita asiatica)** நண்டுகள் கடல் நீரைவிட்டுச் சில செ.மீ. தள்ளி, குழிபறித்து அதில் வாழ்கின்றன. அலைகளின் ஏற்ற-இறக்க நிலைகளுக்கு ஏற்ப இவை கடலை நோக்கி இடம்பெயர ஏதுவாகின்றன.

அலையிடை விலங்குகள் சில தனித்தன்மைகளைக் கண்டிப்பாகத் தேர்வு செய்கின்றன. இவ்வாறு உயர்ந்த அலை ஏற்றத்தின்போது நீரிலும் குறைந்த அலையின்போது நிலத்திலுமாகத் தங்களது செயல்பாடுகளைத் தக்கபடி மாற்றிக் கொள்கின்றன.

நடமாட்டச் செயல்பாடுகள்:

சமீபகாலங்களில் பல அலையிடை உயிரினங்களின் நீச்சல் பற்றியும் உணவு உண்ணும் செயல்பாடுகளைப்பற்றியும் விரிவாக ஆராயப்பட்டன. நீந்தும் ஒடுடைய நண்டுகளின்

செயல்பாடுகளில் எதிர்த்து வரும் அலைகளைத் தவிர்த்துச் செல்லும் நோக்கம் இருப்பதாக அறியப்பட்டது. தாலிட்ரஸ், தாலார்கிஸ்டியா மற்றும் காராபிட் வண்டு, ஆகிய நடக்கும் சில இருவாழ்வு உயிரினங்களில் இரவில் கடற்கரைவெளியில் வரையறுக்கப்பட்ட மேம்படுத்தப்பட்ட அதிகச் செயல்பாடு களைக் காணலாம். இது பறவைகள் தாம் உண்ணாமலிருக்க ஏற்படுத்திக்கொண்ட தகவமைப்பாகும்.

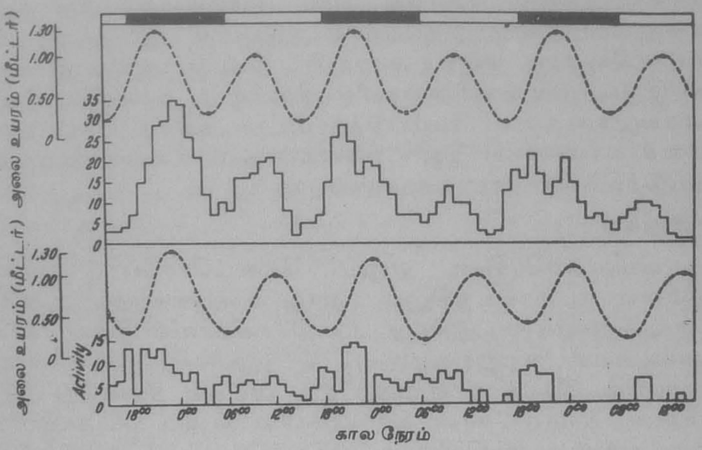
சான்றுகள் :

மெலனேரேசியா எனும் கேஸ்ட்ரோபோட் வகை உயிரினம் நடமாட்டத்திலும் உணவு உண்ணலிலும் அலைத் தாளமுறையைக் காட்டுகிறது. ஆஸ்திரேலியாவில் இவை கலப்பு அலையுடைய சுற்றுச்சூழலைப் பெற்றுள்ளது. சோதனைச் சாவடியில் இந்தத் தாளமுறை 4-6 நாட்கள் நிலைத்து நீடித் துள்ளன. கிரான்கோன் கிரான்கோன் எனும் டெகாபோட் வகை நண்டு மணலிலிருந்து முகிழ்த்தெழும் போதிலிருந்தே அலைத்தாள முறையையும் நீச்சல் செயல்பாடுகளையும் காட்டு கிறது. இது சோதனைச் சாவடியில் 3 நாட்கள் நிலைபெற் றுள்ளது. நடமாட்டத்தில் ஏற்படும் தாளமுறைக்கு மற்ற ஓடு டைய நண்டு வகைகளான பேலியோமோன் எலிகான்ஸ் மற்றும் கார்சினுஸ் மேயின்ஸ் போன்றவற்றைக் காட்டலாம். இங்குக் கூட அலைத்தாளமுறை 3 நாட்கள் நிலைத்துள்ளது. உஃகா வகை பிட்லர் நண்டுகளில் ஆய்வு செய்யப்பட்ட அலைத்தாள முறையே அதிகமாக அறியப்பட்ட அலைத்தாளமுறையாகும். சென்னைக் கடற்கரையில் அலையிடைப் பகுதிகளில் வாழும் நோமுரான் நண்டு* (**Emerita asiatica**) அலையில் இடம் பெயரும் நண்டுவகையைச் சேர்ந்தது. சோதனைச் சாவடியில் இந்த நண்டு, 3-5 நாட்களுக்காக நீந்தும் செயலில் மிக ஆழமான அலைத்தாளமுறையைக் காட்டுகிறது (படம்-40, பார்க்க). அட்லாண்டிக் பெருங்கடலோரம் காணப்படும் எமிரிட்டா டால்போய்டா எனும் அமெரிக்க நண்டு வகையும் இந்திய நண்டுகளைப் போலவே அலைத்தாளமுறையைக் கொண்டிருக் கிறது.

சென்னை மற்றும் அட்லாண்டிக் பெருங்கடலோரம் (சான்றாக வடக்குக் கரோலினா) ஏற்படும் பகுதிப்பகலின் அலைகள் சமமற்றதாகும். இரண்டில் ஒன்று மற்ற அலையை விட உயர்வானதாக இருக்கும். எமிரிட்டா ஆசியாட்டிக்கா, எ. டால்போய்டா என்ற இரு நண்டு வகைகளும் ஒரு நாளில் ஏற்படும் இரண்டு உயர் அலைகளில் அதிகமான செயல்பாடு களைக் காட்டுகின்றன; குறைந்த அலையின்போது குறைவான

---

* இதைச் சென்னை மீனவர் எலிப்பூச்சி என்றும் தமிழில் கூறுவர் (எலிப்பூச்சி நண்டு).



படம் 40:

சென்னைக்கடற்கரையிலுள்ள அனமுரான் நண்டின் நீச்சல் செயல்பாடு களை ஆய்வகத்தில் 3 நாட்கள் வைத்துச் சோதிக்கும்போது சர்கா—அலைத் தாளமுறை தோன்றுவது தெரிகிறது. இந்த அலைத்தாளமுறை 3 நாட் களுக்குப்பின் அதிகமாகிறது (சந்திரசேகரன், 1965).

செயல்பாடுகளைக் காட்டுகின்றன. சென்னையில் ஏற்படும் உயர்ந்த உயர் அலைகள் இருள் நேரங்களிலேயே ஏற்படு கின்றன. அதாவது நண்டுகள் இரவு நேர உயர் அலைகளின் போது அதிகமாகச் செயல்படுகின்றன; ஏனெனில் சர்கேடியன் சம்பந்தமான (இரவு நேர) பொருளொன்று அலைகளின் இயைபுடன் தனக்குத்தானாகச் செயல்படுத்திக்கொள்கிறது. இதில் எமிரிட்டா டால்போய்டா, நண்டின் செயல்பாட்டுத் திறன், உயர்ந்த, மிகுஉயர் அலைகளின் வேலையைப் பொருத்த தேயன்றி, சுற்றுப்புறத்தின் ஒளி/இருள் சுழற்சியின் வேலையால் அல்ல எனக் குறிப்பிட்டார். சுற்றுப்புறக் கோணத்தில் நோக்கும்போது இது சுவையானதே. உயர் அலைகள் கடற் கரையின் அதிகப் பரப்பளவில் பரவுவதால் அதிக உணவு நண்டுகளுக்குக் கிடைக்கிறது.

ஐஸோபோட் எனப்படும் ஒத்த காலிகளான யுரிடைஸ் புல்சரா, எக்ஸ்சிரோலேனா சில்டோனி போன்றவற்றிலும் சின்சிலிடியம் மற்றும் கேரோபியம் போன்ற இரு வாழ்வுக் காலிகளும் (**Amphipods**) தங்களது நடமாட்டச் செயல்களில் அலைத்தாளமுறையைக் காட்டுகின்றன. முதுகெலும்பிகளில், டெலியோஸ்டின் மீன்களின் இருவகைகள் மட்டுமே இத்தகைய அலைத்தாளமுறைகளைக் கொண்டுள்ளன. அவை பெளின் னியஸ் கோளிஸ் மற்றும் பிளியுரோநெக்ட்ஸ் பிளாடியா

என்பனவாகும். உயர்ந்த மற்றும் குறைந்த அலைகளின்போது 'கேலநோய்ட்' எனும் கேபிபோட்வகைகள், மிதவை உயிரிகளுடன் சேர்ந்து அடித்துச்செல்லப்படாமல் அதே இடத்தில் வடிந்து நிற்கின்றன.

அலைத்தாளமுறையின் நிலைத்தன்மை:

நீண்டகால நிலைத்தன்மைக்குச் சிறந்த உதாரணமாகப் பலவாறு ஆராயப்பட்ட பிட்லர் வகை நண்டுகளைக் கூறலாம். ஆனால் இவை பற்றிய பல ஆய்வுகளின் விபரங்கள் நேர்மறையாக உள்ளன. பார்ன்வெல் (1966), ஹேனிக்கர் (1969) ஆகிய இருவரும் பதிவு செய்த, நீண்டகால நிலைத்தன்மையை நல்ல உதாரணமாகக்கொள்ளலாம். ஹேனிக்கர் செய்த ஆய்வு, கலப்பு மற்றும் பரவிய நிலையைக் காட்டுகிறது. ஏறத்தாழ நன்கு அறியப்பட்டுப் பதிவு செய்யப்பட்ட எல்லாத் தாளமுறைகளும் சுமார் 3 நாட்களில் சோதனைச் சாவடியில் தேய்வது கண்கூடான உண்மையாகும். இப்படி இவை தேயுறுவதற்கான காரணங்கள் இதுவரை கண்டு அறியப்படவில்லை.

இயலும் செட்ஜிபர்ஸ்* உடனான சோதனைகள்:

பலவிதமான விளக்கங்களிலிருந்து கீழ்க்காணும் காரணிகளையே இயலும் செட்ஜிபர்ஸ்* என்பர், அவை:

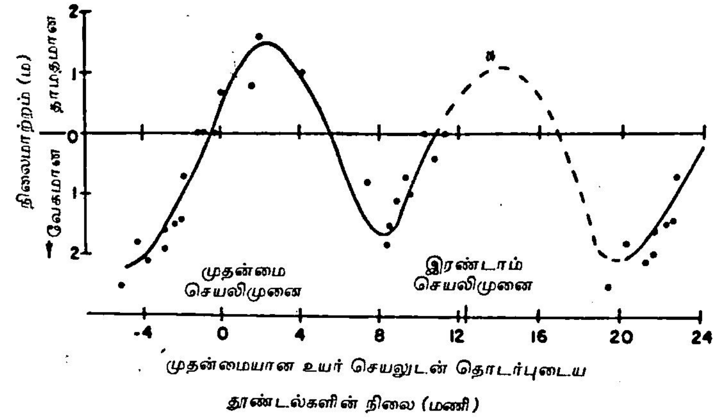
1. நீரியல் நிலை அழுத்த மாற்றம்
2. இயந்திரத்தன்மை/தன்மையற்ற கலக்கம், மற்றும்
3. வெப்பநிலை ஏற்றத்தாழ்வுகள் என்பனவாகும்.

இவை 24 மணி நேர இருள்/ஒளி சுழற்சி அலைத்தாளமுறையை ஏற்படுத்துவதில் திறமையற்றதாக உள்ளன.

நிலைமை: அலைக்காரணிகளின் திறனுக்கான தரம் பற்றிய சான்றுகளையே இந்தச் செட்ஜிபர் சோதனைகள் விளக்குகின்றன. தங்களது, மிகக்குறைவாக நிலைத்திருக்கும் தன்மையினால், இவை, ஆழமான கவனிப்பையோ, சிறந்த சோதனை முறைகளையோ பெறவில்லை. எனவே, இவை முழுமைக்கும் ஒரே ஒரு நம்பகமான நிலைப்பொறுப்பு வளைவு மட்டுமே நிலைத்திருக்கிறது. இந்த நிலைப்பொறுப்பு வளைவு 'எக்ஸ்சிரோலேனா'வின் நீச்சல் செயல்பாட்டுத் தாளமுறைக்காகச் செய்யப்பட்டதாகும். (படம்-41, பார்க்க). பல்வேறுபட்ட நிலைகளில் இரண்டு மணிநேரத் தொந்தரவுத் துடிப்புகளின் போது, தனி உயிரினத்தின் சுதந்திரமான தாளமுறையில் ஏற்படும் வேகமான மற்றும் தாமதமான நிலையையே வரைபடத்தில் உள்ள புள்ளிகள் குறிப்பிடுகின்றன. இரு அலை நேரத்திற்குள், அலைத்தூண்டிகளினால் உயிரினத்தில் ஏற்படும் உணர்

---

* செட்ஜிபர்ஸ் (Zeitgebers) = காலம் வழங்கிகள் (மணியாளர்)



படம் 41:

வேறுபட்ட நிலைகளின்போது, 2 மணி நேரத்தனித்துடிப்பைக் கொடுத்தால் எக்ஸ்சி ரோலோனா எனும் ஐஸோபோட் வகையில் பெறப்படும் நீச்சல் செயல்பாட்டிற்கான நிலைப்பொறுப்பு வளைவின் வரைபடம். இவ்வகை நி.பொ.வ. வரைபடங்களிலேயே இது தனித்துவம் பெற்ற இரு மாதிரி (Bimodel) அமைப்பாகும். (என்ரைட், 1974).

நுட்பங்களையே வரைபடம் பிரதிபலிக்கிறது. நிலைப்பொறுப்பு வளைவுப் பிரிவுகளில் மேற்சொன்ன வரைபடத்தின் வடிவம் ஒப்பற்றதாகும், இதனையே 'இரு அமைப்பு' (Bimodel) என்பர். இது சுற்றுப்புறச்சூழ்நிலை பற்றிய உணர்வை ஏற்படுத்துகின்றது. இங்குச் சர்கேடியன் தாளமுறை உண்மையான சர்கேடியன் தாளமுறையாகி, அலைகளின் மூலம் ஒன்று கலந்து விடுகிறதா என்னும் பலத்த ஐயம் தோன்றுகிறது. இது உண்மையானால் தனித்த சர்கேடியன் தாளமுறை இருள்/ஒளி சுழற்சிக்குக் கண்டிப்பாக ஒத்துவராததாகத்தோன்றும்.

சந்திரத்தாளமுறை:

பூமியைச் சந்திரன் 2 வழிகளில் பாதிக்கிறது. அவை

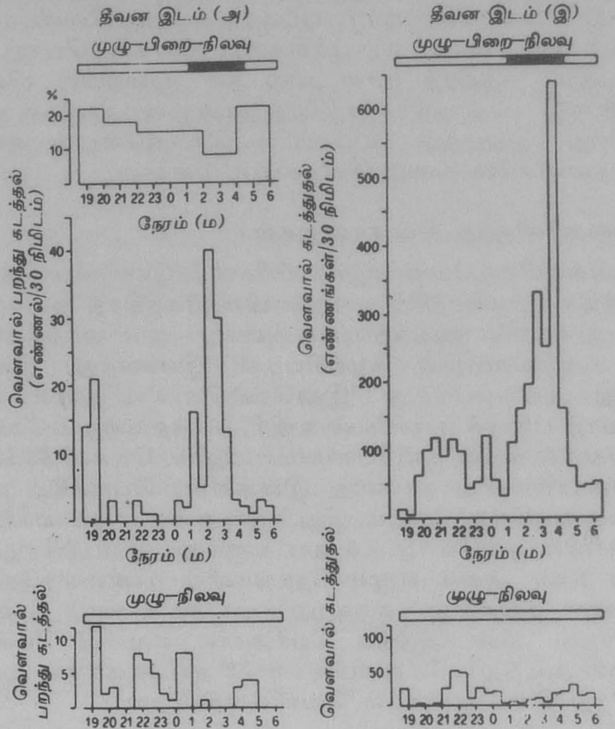
1. நிலப்பகுதியில் ஒளி உமிழ்ந்து பாதிப்பது (குறிப்பாகப் பௌர்ணமியன்று).
2. கடலலையில் பெரும் மாற்றத்தை ஏற்படுத்துவது என்பனவாகும்.

சந்திர ஒளி என்பது சூரிய ஒளியாகும். இது, சந்திரனின் மேற்பரப்பினால் பிரதிப்லிக்கப்பட்டுச் சூரிய ஒளியின் தன்மையைக் கொண்டிருந்தாலும் சிவப்பை நோக்கி லேசாக நகர்கிறது. அட்சரேகைக்கு ஏற்பச் சூரிய ஒளி சுமார் 0.20 முதல் 0.2 லக்ஸ் அடர்த்தியைப் பெற்றுள்ளது.

நிலத்தில் வாழும் விலங்குகளின் சந்திரநாள் தாளமுறை:

இராபின் மற்றும் சிவப்பு நட்சத்திரம் **(Redstars)** போன்ற பறவைகளின் இரவுக்கால அமைதியின்மை, இடம் பெயரும் காலங்களில் அதிகமாகின்றதென்றும், இது இரவுக் கால ஒளிர்தலுடன் இயைந்துள்ளது என்றும் ஜிவின்னர் என்பவர் நிறுவினார். அவோட்ஸ் டிரைவைகேடஸ் எனும் குரங்கின் செயல்திறன் இரவின் சந்திர ஒளியில் அதிகமாகிறது; ஆனால் பில்லோஸ்டோமேடிட் எனும் வௌவாலில் **(Artibeus literatus)** இது குறைகிறது.

மதுரையில் தனித்த வாலுடைய **(Rhinopoma hardwickei)** வௌவால் வகையில் இரைதேடும் செயல்களை, சந்திர ஒளி குறைத்துவிடுகிறது (படம்-42, பார்க்க). ஆனால் மரங்



படம் 42:

1979 மார்ச் மாதம் 13 ஆம் நாள் ஏற்பட்ட சந்திரக் கிரகணத்தின்போது **A** மற்றும் **B** எனும் இரு நிலைகளில் ஒன்றிணைந்து பதிவு செய்யப்பட்ட செயல்பாட்டு முறை; அன்றிரவு ஏற்பட்ட சந்திரக் கிரகணத்தின் கால அளவை கறுப்புப்பட்டையாக மேலே குறிக்கப்பட்டுள்ளது. (உஸ்மான் மற்றும் பலர், *1980*).

களின் அடர்ந்த மேற்பரப்பிற்குக்கீழ் இவை இரை தேடுவதால் இவற்றின் முழுச் செயல்பாடுகள் உண்மையில் குறைவதில்லை. சந்திரக் கிரகணத்தின்போது இந்தத் தனித்த வாலுடைய வெளவால்கள் (**Free-tailed bats**) திறந்த வெளியில் அதிக எண்ணிக்கையில் இறைதேடுகின்றன. இங்கே தெளிவாகத் தெரிவது யாதெனில், உயர்முதுகெலும்பிகளின் செயல்பாட்டில் மற்றவகை சந்திரத் தாளமுறையைப்போலச் சர்கேடியன் தாளமுறையும் நேரடியாக வெளிப்புறமாக, சந்திர ஒளியால் மாற்றம் பெறுகிறது. மிர்மிலோன் ஆப்ஸ்கூரஸ்-இல் பிட்துளை களின் அளவிற்கான சந்திரத் தாளமுறை உள்ளுக்குள்ளாகவே கட்டுப்படுத்துகிறது. பௌர்ணமியின் போது இந்தப் பிட்துளை பெரிதாகவும், அமாவாசையின்போது சிறிதாகவும் இருக்கும். பலதரப்பட்ட பூச்சிகளில் குறிப்பாகப் பிளக்கேப்டிரா, எபிமை ரோப்டிரா டிரைகோப்டிரா, டிப்டிரா மற்றும் லெபிடாப்டிரா போன்ற வெப்பமண்டலப் பூச்சிகளில் விளக்குப்பொறி மூலம் மாதாந்திரச் சந்திரத் தாளமுறை நன் முறையில் விளக்கப் பட்டுள்ளது. மாதாந்திரச் சந்திரத் தாளமுறை ஒளிக்கு ஒத்துப் போகிறது. இதுபற்றி லெபிஸ்டஸ் ரெடிகுளேடஸ் என்னும் சிறிய நன்னீர்மீன் மூலம் விளக்கப்பட்டுள்ளது.

கடற்கரையிலிருந்து சில சான்றுகள் :

அலையிடையே வாழும் உயிரிகளில் இனப்பெருக்கத்தின் மாதாந்திர முழுச்சந்திர மற்றும் பிறைச்சந்திரத் தாளமுறை, பொங்கு கடலில் தாழ்ந்த மட்டஅலை மற்றும் வசந்தகாலத்து அலை ஆகியவற்றின் சுழற்சியுடன் இணைந்து, இழைந்து வருவது அறியப்பட்டது. இலுரெஸ்தெஸ் டினுயிஸ் எனும் கடல்வாழ் பசிபிக் குருனியன் உயிரி, வசந்த மற்றும் கோடைக் காலங்களில் தென் கலிபோர்னியாவிலும், மெக்ஸிகோவிலும் கடற்கரையின் மீது தங்களது இனத்தைப் பெருக்கிப் பரவிக் கிடக்க வைக்கிறது. மேலும், இது உயர் அலை எழும் வசந்தகால நடு இரவில் ஒவ்வொரு 15 நாட்களுக்கும் ஏற்படுகிறது. இத் தகைய உயர் அலை எழும் நேரங்களில் மணலைத்தோண்டி அதற்குள் தங்களது கருவுற்ற முட்டைகளைப் புதைத்து வைக்கிறது. பின் அடுத்த உயர்அலை எழும்பி மேல்தட்டு மணலை அடித்துச் சென்றபின், 8-12 நாட்களுக்குள் முட்டை பொரிந்து இளம் குஞ்சுகள் வெளிவருகின்றன.

மற்றொரு சான்றாக, மிகக் குறைவான வாழ்நாளுடைய குளுனியோ மெரினஸ் எனும் பூச்சியினம், தான் வாழும் பெருங் கடலின் ஐரோப்பிய மற்றும் வடகடல் கரைகளில் மதிய வேளை களில் வசந்தகாலக் குறைநீர் அலைகள் எழும்முன் ஒவ்வொரு 15 நாட்களுக்குள் பொரிந்துவிடுகிறது. சான்றுகளுக்குள்

பேலேலோ புழுவின் சான்று மிகவும் புகழ்பெற்றதாகும். தென்பசிபிக் சமுத்திர இயுனிக் விரிடிஸ் எனும் இப்புழு, சந்திர நேரத்தின் தீவிரக்கால அளவினால் தனித்துவம் பெற்றுள்ளது. அக்டோபர் மாதக் கடைசியிலோ, நவம்பர் மாத முதலிலோ இரவில் ஏற்படும் இறுதிப் பிறைச்சந்திர காலத்தில் இவை திறந்த கடலில் தங்களது இனப்பெருக்கச் செயல்களை வெளிவிடுகின்றன. சாமோவின் டுடுலிலாவில் இச்செயல் நடுஇரவு முதல் விடியற்காலை 2.00 மணிக்குள் நடக்கிறது.

இனப்பெருக்க ஆய்வுகள்:

சில கூற்றுகளின்படி முழு/பகுதி சந்திரத்தாளமுறை, இரு தாளமுறைகளின் இடைச்செயல்களை விட்டு வெளியே தோன்றுகிறது. அதில் ஒன்று 24.8 மணி எனும் கணக்கில் தோன்றும் சந்திர/அலைத்தாளமுறை; மற்றது 24 மணி எனும் கணக்கில் தோன்றும் சூரிய/சர்கேடியன் தாளமுறையாகும். சர்கேடியன் கூறுகள், இருள்/ஒளி சுழற்சியின் சூழ்நிலையில் ஏற்பட, மாறாக் சந்திரநாள் கூறுகள் ஒளிப்பிரதிபலிப்பாக ஏற்படுகின்றது. அத்துடன் ஒரு நாளுக்கு மற்றதைவிட 50 நிமிடங்கள் மேலாக நகர்ந்தும் கொடுக்கின்றது. இனப்பெருக்கத்தைப் பற்றிய ஆய்வில் இத்தகைய உள்ளார்ந்த மற்றும் வெளியார்ந்த கூறுகளின் இடைச்செயல்கள் பற்றிப் பல சான்றுகள் உள்ளன. ஹௌன்ஷில்டு என்பவர் 1960-இல் இதுபற்றிய தம் ஆய்வில் முதன் முதலில் வெற்றி கண்டார். இவர் ஒவ்வொரு 30 நாட்களின்போதும் செயற்கையான 24 மணி நேர இருள்/ஒளி சுழற்சியைப் பயன்படுத்தினார். சந்திர ஒளியின் மூலம் பிளாடினெரியிஸ் டுமெர்லி எனும் பாலிகீட் உயிரினத்தில் மாதாந்திரச் சந்திரத் தாளமுறையைத் தூண்டி, சில தொடர் இரவுகளில் அதை ஏற்படுத்தினார். டிக்டையோடா டிகோட்டோமா (**Alga**) மற்றும் குளுனியோ மேரினஸ் என்பவற்றில் ஸ்போர் வெளியேற்றத் திறனில் முழு/பகுதி மாதாந்திரத் தாளமுறையைத் தூண்ட, இதே முறை கையாளப்பட்டது.

துடிப்புகளின் நிரூபிக்கப்படாத விளக்கம்:

முன்பு கூறியபடி சந்திரத் தாளமுறை, சர்கேடியன் சலனம் மற்றும் சர்கா அலை ஒன்றுடன் இடைப்பட்டுள்ள செயல்பாட்டை அடிப்படையாகக் கொண்டதா எனச் சோதிக்க முடியும். இரு சலனங்களும் ஒன்றாக இயைந்து செயல்பட முனையும்போது ஒவ்வொரு 15 அல்லது 30 நாட்களுக்கும் இந்தத் துடிப்புகளை உண்டாக்க முடியும். இது உண்மையானால், ஏதோ ஒரு சலனத்தின் கால அளவை மாற்றியமைக்கும்போது அதன் விளைவாக ஏற்படும் சந்திரத்தாளமுறையின் கால

அளவையும் மாற்ற முடியும். இருள்/ஒளி சுழற்சியின் கால அளவை 22 அல்லது 23 மணி நேரம் கொடுக்கும்போது இந்த சர்கேடியன் தாளமுறைக்காலக்கூறுகளை எளிதில் மாற்றியமைக்க முடியும். சந்திரத் தாளமுறைக் கால அளவைப் பாதிப்பதற்கு மேற்சொன்ன கூறுகளில் ஒன்றின் கால அளவை மாற்றிச் செய்யப்பட்ட பல தொடர் ஆய்வுகளில் எதிர்மறையான முடிவுகளே வந்தன. இவ்வாறாக இரு சலனங்களின், ஒன்றிணைந்து இணைந்த செயல்பாட்டிற்கான, நிரூபிக்கப்படாத அனுமானம் **(Hypothesis)** உருவாக்கப்பட்டது. எனவே தற்போதைக்கு மாதாந்திர முழு/பகுதி தாளமுறைகள் என்பவை, உள்ளுக்குள் செயலாற்றும் மிக நீண்ட தாளமுறை என்பதாகக் கொள்ளலாம்.

அலைநேரங்களுக்கான இயலும் செயலாக்கம்:

1. அலைத்தூண்டலால் நேரடியாகப் பாதிக்கப்படுவது;

மிதவை உயிரிகளுக்கென்றே உரித்தான இது அவற்றின் ஓர் எளிய நடத்தையைப் பிரதிபலிப்பதாகும்.

2. நாழிகை அளவியின் அலை நேரங்கள்;

கோடைக் கால மத்தியில் அலையிடையே வாழும் குளுனியோ மேரினஸ், அலையின் சுழற்சிக்கு இணையாக இருமுறை இனப்பெருக்கம் செய்கிறது. நிலையான எந்த அலைதாளமுறையும் நிலையான இயல்பில் வைக்கப்படும்போது நிலைத்திருப்பதில்லை. ஒரே ஒருமுறை, குறைந்த வெப்பநிலைக்குக் குறைந்த அலையுடன் உள்ளாக்கும்போதும், அடுத்தடுத்த அலையிடைப்பகுதிக்கு உள்ளாக்கும்போதும் தனித்து இருக்கும் பூச்சிகள் அடுத்த 18 மணி நேரத்திற்குள் ஒன்றிணைந்து தொகுப்பாகி விடுகின்றன. மற்றவை (இளம் புழுக்கள்) 11-13 மணி நேரம் காலம் தாழ்ந்து தனித்து மூழ்கிப்போகின்றன. பலராலும் பேசப்படும் விளக்கமான அலையிடைப்பகுதிகளில் வாழும் முதுகெலும்பிகளிடையே சர்கேடியன் மற்றும் சர்கா—அலைக் கூறுகள், ஒன்றிணைந்து நிலைத்திருக்கின்றன என்ற கூற்று இன்னும் உறுதிசெய்யப்படவில்லை. சர்கேடியன் மற்றும் சர்கா—அலைக்கூறுகளின் நிலைமாற்றத்தைச் செயல்படுத்தும் ஆய்வுகளின் மூலமே இத்தகு இயலும் செயலாக்கத்தைப் புரிந்து கொள்ள முடியும். தற்போதைக்குக் கடல் சுற்றுப்புற உயிரியல் தாளமுறைபற்றி நாம் அறிந்துள்ள செய்திகள் இவ்வளவேயாகும்.

அத்தியாயம் 7

வருடாந்திரத் தாளமுறையும், ஒளிக்காலத்துவமும்

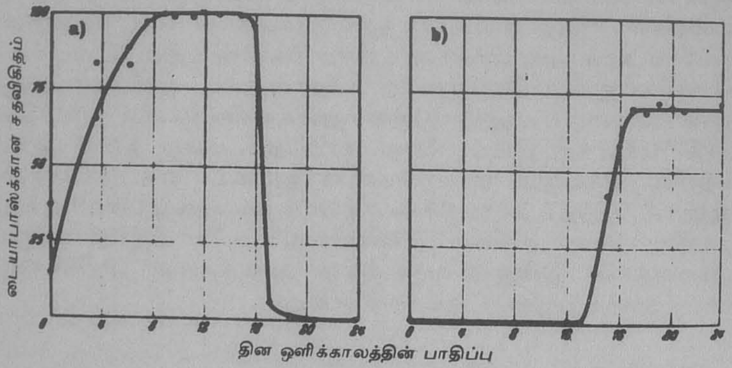
ஒளிக்காலத்துவம் (**Photoperiodism**) என்பது உயிரினங்கள் தங்களது செயலியல் முறைகளைத் தாங்களே இயக்கப் பயன்படுத்தும் பகலின் அளவைக் குறிக்கும். இந்த ஒளிக் காலத்துப் பாதிப்புகளினால் உயிரினங்கள் பகல்/இரவின் அளவை, அந்திப் பொழுதை அல்லது வைகறைப் பொழுதை உணர்ந்து கொள்கின்றன. ஒளி அடர்த்தியில் இயற்கையிலேயே ஏற்படும் ஏற்றத்தாழ்வுகளினால் இவை பாதிக்கப்படுவதில்லை. ஆனால் பெரும்பாலான கால நிகழ்ச்சிகள் மற்றும் வருடத்தாள முறைகள், இந்த ஒளிக்காலத்துவத்தால்தான் ஏற்படுகின்றன. பகலின் கால அளவிற்கான உயிரினங்களின் பதில் நடவடிக்கை பெரும்பாலும் திடீரென்றே தோன்றும். ஒளிக்காலத்துத் தூண்டல்களைப் பற்றிப் பேசினாலும் உயிரினங்களில் காலத்தின் பாதிப்புகளான வெப்பநிலை, ஈரப்பதம், மழை அளவு ஆகிய வற்றில் ஏற்படும் மாற்றங்களினாலும்கூட ஏற்படுகின்றன. ஆனால், இந்தக் காரணிகள் எல்லாம் நம்பக்கூடியவை அல்ல. பகலின் கால அளவை நிர்ணயிக்கும் சூரிய உதயம் மற்றும் மறைவுதான் இன்றும் வருடத்தின் காலங்களை அறிவிக்கும் நம்பத்தகுந்த வழிகாட்டியாக உள்ளது.

தாவரவியல் சான்றுகள்:

தாவரங்களில் பூக்கள் மலர்வது ஒளிக்காலத்தால் பாதிக் கப்படுகிறது. அதனால் மலர்தல் பற்றிய எல்லாச்செய்திகளும் ஒளிக்காலச்சம்மந்தப்பட்டவை எனக் கருதப்பட்டது. ஆனால் பூக்கள் மலர்வது தன்னிச்சையாகப் பகலின் கால அளவால் நிகழ்வதாகும். பகலின் கால அளவை, இலைகள் உணர்ந்து கொள்வதற்கும் பூவாக மாறப்போகிற மலர்நுனிக்குமிடையே ஒற்றுமையான செயல்பாடிருக்கும்போது மட்டுமே பூக்களின் மலர்ச்சியை ஒளிக்காலம் கட்டுப்படுத்தும். செடிகளில் கிழங்கு ஏற்படுவதும், விதை முளைப்பதும், வளர்ச்சிஅடைவதும், சதைப் பற்று உருவாதலும், தண்டுப்பகுதி செயல்படுவதும், திசுக்கள் வேறுபாடு அடைவதும், மொட்டு மற்றும் குமிழ்களின் உறக்க நிலையைத்தூண்டுவதும் அல்லது அழிப்பதும், எல்லாமே ஒளிக் காலத்தின் கட்டுப்பாட்டிலேயே உள்ளன.

ஒளிக்காலத்துடன் இயைந்த தாவரங்களில் இரு விதங்கள் உள்ளன; அவை 1. நீண்ட பகல் தாவரங்கள், 2. குறைந்த பகல் தாவரங்கள் என்பன.

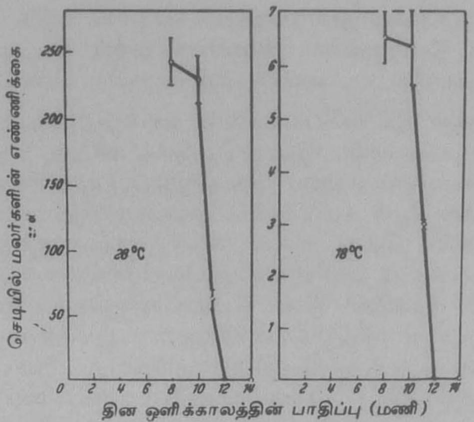
நீண்ட பகலில் வளரும் தாவரங்களைச் சில நாட்களுக்குச் சுமார் 12 மணி நேரத்திற்கும் மேலாக ஒளிக்காலத்தில் வைத்திருந்தால் அவை பூந்தளிரை உண்டாக்குகின்றன. ஒளிக் காலத்தின் அளவைக் குறைக்கும்போது பூ மொட்டு உண்டாவ தில்லை. பல நீண்ட பகல் தாவரங்களில் ஒரே ஒரு நீண்ட பகல் கூடப் பூந்தளிரைத் தூண்டப் போதுமானதாக இருக்கும். குறைந்த பகல் தாவரங்களின் பூக்களை, மிகுந்த ஒளிக்காலத் தைவிடக் குறைந்த ஒளிக்காலத்தில் வைப்பதே போதுமான தாகும். ஒளிக் காலச் செயல்பாட்டின் மிக முக்கிய காரணி, பகலின் அளவு அதிகமாவதைப்பொறுத்தது. மிகுந்த ஒளிக் காலம் என்பது 10-14 மணி அளவுகளுக்கிடையே வேறுபட்ட தாகும். இவற்றின் இருவிதங்களைப் படம் 43, விளக்குகிறது.



படம் 43:

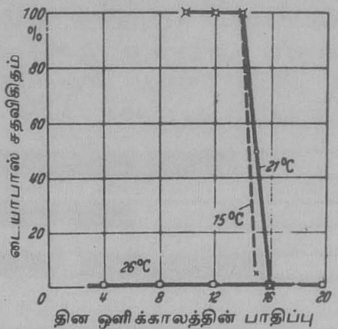
அந்துப்பூச்சிகளான அக்ரோனிக்டா ருமிசிங் எனும் குறுகிய நாள் இனத் திலும் பாம்பக்ஸ் மோரி எனும் நெடு நாள் இனத்திலும் காணப்படும் டையாபாஸ்க்கான ஒளிக்காலத் தூண்டல். (லீஸ், 1959).

சில நெற்பயிர்வகைகள் நீண்ட பகலின், 48 நிமிட நேர வித்தியாசத்திற்குப் பணிகின்றன. இவை ஒரு நாளின் ஒரே ஒரு நிமிடம் நேர ஒளிக்கால வித்தியாசத்தைக்கூடக் கண்டுபிடிக் கின்றன. வியத்தகு வகையில் ஒளிக்காலச் செயல்களின் (அதாவது பகலின் நீளத்தில் வெப்பநிலையின் பாதிப்புகள் சிறிதளவே உள்ளன, என்றாலும் உயர்ந்த அல்லது மிகக் குறைந்த வெப்பநிலை, ஒளிக்காலச்செயல்கள் அனைத்தையும் கலைத்துவிடும்) நேர அளவுகூட வெப்பநிலைக்குக் கட்டுப் படாமல் சுதந்திரமாக ஒரு குறிப்பிட்டவரையில் உள்ளது.



படம் 44:

கலாங்கோ பிளாஸ்பெள்டியானா செடியின் மலர்த்தோற்றத்திற்கான தின ஒளிக்காலத்தின் பாதிப்பு; 18°C முதல் 28°C வரை எனும் வெப்பநிலை பெரும் பாதிப்பை ஏற்படுத்தாவிட்டாலும் மலர்களுன் எண்ணிக்கையில் அது பெரும் பாதிப்பை ஏற்படுத்துகிறது. (பன்னிங், 1973).



படம் 45:

முட்டைக்கோஸ் செடியின் அந்துப்பூச்சியில் **(Pieris brassicae)** வேறுபட்ட வெப்பநிலையில் டையாபாஸ் சதவிகிதத்தில் தின ஒளிக்காலத்தின் பாதிப்பு. 15°C முதல் 21°C வரை வெப்பநிலை பாதிப்புக் குறைவாக இருந்தாலும், அதற்கு மேல் வெப்பநிலை கூடும்போது ஒளிக்காலத்துக் கட்டுப்பாட்டையே தகர்த்துவிடுகிறது. (பன்னிங் மற்றும் ஜோரன்ஸ், 1960).

விலங்கியல் சான்றுகள்:

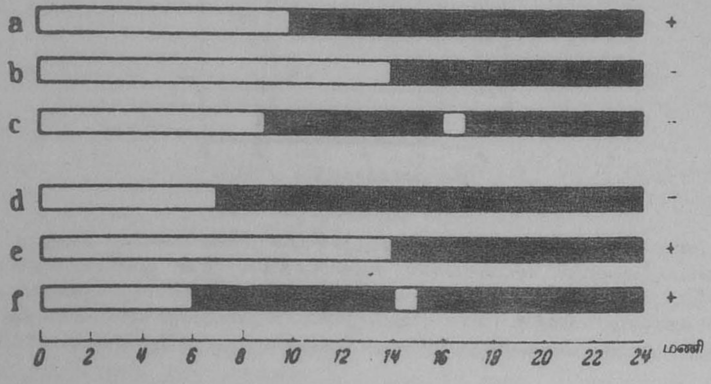
இசாஃபர் விளக்கத்தின்படி பறவைகளின் இடம் பெயர்தலிலும், வருடாந்திர இனப்பெருக்கச் சுழற்சியிலும் கட்டுப்படுத்தும் காரணியாக இருப்பது பகலின் நீண்ட கால அளவாகும். இதன் பிறகே விலங்குகளின் ஒளிக்காலத்துவம்

பற்றிய ஆராய்ச்சிகள் துவங்கப்பட்டன. 1933 இல் 'கோகூரே' என்பவர் பட்டுப்புழுவில் (**Bombyx mori**) டையாபஸ்—இன் ஒளிக்காலக் கட்டுப்பாட்டைப்பற்றி முதலில் கண்டுபிடித்தார்.

பறவைகள் இடம்பெயர்தலின் ஒய்வற்ற சலனம், பாலின சுரப்பிகளின் வளர்ச்சி, இனப்பெருக்க விதம், பறவைகளில் தோலின் நிறமாற்றம் மற்றும் இறகு இழப்பு முதலியவை யாவும் ஒளிக்காலத்தின் கீழ்க் கட்டுப்பட்டவையேயாகும். பறவைகளின் இடம்பெயர்தல் தொடங்கும் சில நாட்களுக்கு முன்பே அதுபற்றி முன்கூட்டி அறியமுடியும். தாவரங்களைப் போலவே பறவைகளும் பகலின் சில நிமிட வித்தியாசங்களைக்கூட வேறுபடுத்தி உணர்ந்துகொள்கின்றன. பூமத்திய ரேகைக்கு அருகே உள்ள வௌவால் இனம் தங்களது இனப்பெருக்கச் சுழற்சியில் குறிப்பிட்ட கால வித்தியாசங்களைப் பின்பற்றுகிறது.

காலத்தை அளவிடும் முறையின் தன்மை:

குறைந்த பகலுக்கு ஏறத்தாழ ஒரு மணி நேர அளவில், ஒரு குறிப்பிட்ட நேரத்தில் துணை ஒளியைக் கொடுக்கும்போது, நீண்ட பகலின் விளைவைப் பெறலாம். ஒளிக்காலத்துவத்தில் தரப்படும் ஒளியைவிட அதாவது ஒளிச்சக்தியைவிட அது எவ்வளவு நேரம் தரப்படுகிறது என்பதே முக்கியமாகும். இவ்வாறு நீண்ட பகல் தாவரத்தை அதிக ஒளிச் செறிவில்



படம் 46:

இருள் காலத்தைத் தடுத்து, சலனப்படுத்தும்போது அதன் விளைவாக குறுகிய நாளுக்குரிய நிபந்தனைகள் ஏற்படாது. நீண்ட நாளுக்கான பாதிப்பு ஏற்படுகிறது. a முதல் c வரை குறுகிய நாள் தாவரங்கள்: d முதல் f வரை நீண்டநாள் தாவரங்கள்; + =பூத்தல்; – = பூக்காதிருத்தல். (பன்னிங், 1973).

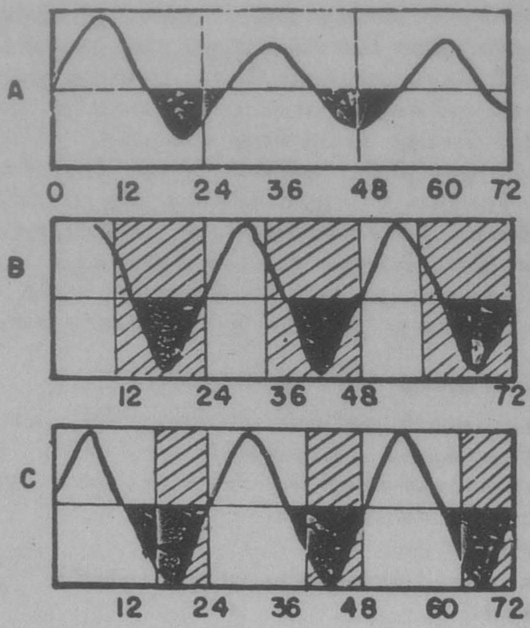
8-10 மணிநேரம் வைத்தால்கூட அவை பூ விடுவதில்லை. மாறாகத் தாவரத்தை 100 லக்ஸ் எனும் குறைந்த ஒளிச்செறிவில் 14-16 மணி நேரம் வைக்கும் போது பூ விடத் துவங்குகிறது. பொய்யான ஒளிக்காலம் எப்படி உண்மையான ஒளிக்காலத் தைப்போல் செய்து காட்டுகிறது என்பதைப் படம் 46—இல் காணலாம். ஒரு நிமிட ஒளியை இருள் நேரத்தில் இடுசுங் காரியன் ஹேம்ஸ்டர் எனும் விலங்கு மீது பாய்ச்சும்போது அவை நீண்ட ஒளிக்காலத்திற்கான பாதிப்புகளைப்போல அவற்றின் இனப்பெருக்க வளர்ச்சியிலும் உடல் எடையிலும் தோல் நிறத்திலும் நடத்திக்காட்டுகின்றன எனத் தற்போது விளக்கப்பட்டுள்ளது. இவற்றில் இரு முறைகள் உள்ளன. அவை,

1. நாளிகை அளவி (Hour-glass model)

இதன் மூலம் ஒளியின் செறிவு, சக்தி, அளவு ஆகிய வற்றை நிரூபிக்கப்பட்ர்த முறையில் அளக்கலாம். குறிப்பிட்ட ஒளி அளவோ, ஒளிச்சக்தியோ சேர்ந்த உடனேயே ஒளிக்காலத் தூண்டல் தொடர்கிறது.

2. சர்கேடியன் தாளமுறைபற்றிப் பன்னிங் அனுமான விளக்கம்:

பன்னிங் விளக்கத்தின்படி சர்கேடியன் தாளமுறை, காலங்களின் சமயத்தை அளவிடும் அளவியாக உள்ளது. இதை உள்ளார்ந்த பகலிரவுத்தாளமுறை (Endodiurnal) என 1939—இல் பன்னிங் நிறுவினார். சர்கேடியன் தாளமுறை மூலம் ஒவ்வொரு நாளும் உயிரினங்கள் எவ்வளவு ஒளியைப் பெற்றுள்ளன என்பதைப்பற்றி அறியலாம். படம் 47—இல் காட்டப்பட்டுள்ள பன்னிங் அனுமான விளக்கம்தான் கால உயிரியலில் அற்புத மான, மிகவும் உண்மையான அனுமான விளக்கமாகும். இதில் மேலும் மேலும் அதிகச் சான்றுகள் சேருவது முன்கூட்டியே கூறப்பட்ட விளக்கத்தை உறுதிபடுத்துவதாக உள்ளது. 1939—இல் வெளியிடப்பட்ட உண்மையான வரி எழுத்தில் பன்னிங், தாவர மற்றும் விலங்கின ஒளிக் காலத்துவம் பற்றிக் குறிப்பிட்டுள்ளார். மேலும் அவர் உள்ளார்ந்த பகலிரவுத் தாளமுறை, (பின்னர் இதைச் சர்கேடியன் தாளமுறை என்றனர்) இருள்/ஒளி எனும் இரு பகுதிகளான சுழற்சிக்கு ஆட்படுகிறது என்று நிறுவினார். ஒவ்வொரு பகுதியும் சுமார் 12 மணி நேரம் வருகிறது. ஒரு பகுதி, ஒளி விரும்பியாக் (Photophilic) மற்றொரு பகுதி, இருள் விரும்பியாக(Scotophilic) உள்ளது. ஒளி அளவோ, இருள் அளவோ மற்றப் பகுதிக்கு அதிகமாக நீளும்போது சரியான நேரத்தில் ஒளிக்கால நிகழ்வு கள் ஏற்படுகின்றன. பல தாவர வகைகள், பூச்சிகள், பறவை



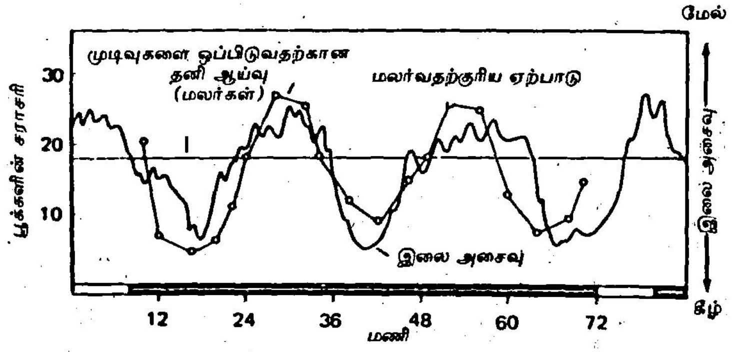
படம் 47:

பன்னிங் அனுமானத்தின்படி வேறுபட்ட ஒளி, பணிதலின் குணாதிசய முடன் அரைசுழற்சியில் உயிரியல் கடிகாரம் மாறுபாடுகளை ஏற்படுத்து கிறது.

A = நிரந்தர ஒளி/இருளில் சுயமாக ஏற்படும் கடிகாரம்.
B = குறுகிய நாள்.
C = நீண்டநாள் (பன்னிங், 1960).

கள், மற்றும் பாலூட்டிகள் ஆகியன தங்களது சர்கேடியன் தாளமுறையை ஒளிக்காலப் பணிதலுக்குப் பயன்படுத்திக் கொள்கின்றன. ஒட்டுண்ணி வகையான மெகௌரா வைசியே இதிலிருந்து விலகி, ஒளிக்காலத்துவத்திற்குப் பணியாது, 'நாழிகை அளவி' முறைப்படி செயல்படுகிறது.

ஒரே தாவரத்தில் பல சர்கேடியன் தாளமுறைகள் ஒன்றோடு ஒன்று இணைந்து செயல்படுவது தெளிவாகத் தெரிந்த தொன்றாகும். கார்பன்—டை—ஆக்சைடு வெளியிடு வதிலும் ஒளிச்சேர்க்கையிலும் இலை மற்றும் பூ இதழ் தாள முறையிலும் இவை நிறுவப்பட்டுள்ளன. இரு தாளமுறைகள் இணைந்து ஒன்றாகச் செயல்படுவதைப் படம் 48—இல் காணலாம். சிலவற்றில் இலையின் அமைப்பே ஒளிக்காலத்தின் ஒளிக்குப் பணிகிறது. சிவப்பு மற்றும் தூரச் சிவப்பு நிறமிகள்



படம் 48:
சோயாபீன்ஸ் தாவரத்தில் (Glycine max) இலை அசைவு மற்றும் பூத்தல் போன்றவற்றின் ஒளிக்காலத்துள் ஏற்படும் ஒன்றிணைந்த மாற்றங்கள். (பன்னிங், 1969).

(Phytochromes) தாவரத்தின் ஒளிக்காலச் செயல்களில் முக்கியப் பங்கு வகிக்கின்றன. விலங்குகளில் ஒளி அலையின் நிறமாலை 440-480 நானோமீட்டர்வரை வேறுபட்டு, பாதிப்பை ஏற்படுத்துகிறது.

பூச்சிகளில் வேறுபட்ட செயலியல், நிகழ்ச்சிகளை ஒளிக் காலமே கட்டுப்படுத்துகிறது. இதுபற்றிய ஆய்வு விளக்கங்கள் பல உள்ளன. எனவே குறைந்தது இரு விரிவான நூல்களும், பல விமர்சனக் கட்டுரைகளும் இவற்றிற்கென உருவாக்கப்பட வேண்டும்.

இளஞ்சிவப்பு அந்துப்பூச்சி (Pectinophora gossypiella) புழுவில் 610 நானோமீட்டர் அளவுக்கு மேல் உள்ள சிவப்பு ஒளி, ஒளிக்காலத்தைத் தூண்டுவதற்கு மிகவும் போதுமானதாக இருக்கிறது. என்றாலும் அந்துப்பூச்சியின் முட்டையிடுதலில், பொரிதலில், வளர்த்தலில், சர்கேடியன் தாளமுறையை ஏற் படுத்த முடிவதில்லை. இது பன்னிங் அனுமான விளக்கத்திற்கு எதிராக உள்ளது. அதன்படி சர்கேடியன் தாளமுறை ஒளிக்குப் பணிதலின் மூலம் ஒளிக்காலத்துவத்தைக் கொண்டுவர இயலும். இந்தச் சோதனையில் சிகப்பு ஒளி உண்மையில் ஒளிக்காலத் தைத் தூண்டுகிறதா அல்லது நேரடியாக உயிரினத்தின் மீது செயல்படுகிறதா என்பதைக் கண்டு பிடிக்கவில்லை. ஒளிச் செறிவிற்காக உண்மையான ஒளிக்கால நிகழ்வுகள் மிகக் குறைவாகத் தாக்கப்படுகின்றன. மாறாக ஒளியின் நேரடிச் செயல்கள், ஒளிச்செறிவுடன் சேர்ந்து ஏற்படுத்தும் பாதிப்புகள் மிகவும் குறைவானவையே ஆகும்.

வருடாந்திர மற்றும் வருட—சர்கா தாளமுறை:

நடைமுறையில் எல்லா முதுகெலும்பிக் குழுக்களிலும் பல செயல்களில் வருடாந்திரச் சுழற்சி விளக்கப்பட்டுள்ளது. இனப் பெருக்கத்தின்போது பல வேலைகள் தாளமுறையுடன் சம்பந்தப் பட்டுள்ளன. செயலியல், நடத்தைப் பண்புகள் மற்றும் வெளித்தோற்றவியல் போன்ற மற்றவை, காலத்தினால் கட்டுப்படுத்தப்பட்டு, உயிரினங்கள் அதிதீவிரமான கோடை/ குளிரைத் தாங்கும் வகையில் ஆக்கப்பட்டுள்ளன. இவை உறக்கநிலை, டையபாஸ், ஹைபர்னேசன், இடம்பெயர்தல் போன்ற நிலைகளுக்குச் செல்வதன் மூலம் மேற்சொன்ன வற்றை நிறைவேற்றிக் கொள்கின்றன. குளிர் மற்றும் ஆர்டிக் பிரதேசங்களில் வாழும் உயிரினங்களில் வருடாந்திரத் தாள முறை மிகத் தெளிவாக வெளிப்படுகிறது.

வருடாந்திரத் தாளமுறை இருப்பது பெரும் வியப்பன்று. நமது சுற்றுப்புறத்தின் காலமாற்றம்கூடப் பகலின் அளவிலும், வெப்பநிலையிலும், ஈரப்பதத்திலும், மழை பொழிவதிலும் பெரும் மாற்றங்களைத் தோற்றுவிக்கின்றன. ஆகவே உயிரினங் கள் இவற்றின் தீவிரங்களைத் தாங்கப் பலவிதமான தகவமைப்புகளைக் கொண்டுள்ளன. இதில் வியப்பு என்ன வென்றால் இதிலுள்ள பல தாளமுறைகள் வருட-சர்கா தாள முறை நிலையில் (உள்ளார்ந்த) இருக்கின்றன. சுழற்சியில்லாத நிலையில் விலங்குகள் வாழ்ந்தால்கூட இடம்பெயர்தல் போன்ற காலத்தின் பல விளைவுகளைக் காட்டுகின்றன. இவ்வாறு பூமத்திய ரேகையின் அருகே காலத்தின் மாற்றங்களை அனுப விக்காத நிலையில் வாழும் உயிரினங்கள்கூட வருட-சர்கா அட்டவணையைச் சார்ந்துள்ளன. இரண்டாம் வகையான வருட-சர்கா தாளமுறை இடம்பெயரும் பறவைகளில் காணப் படுகிறது. இந்த இடம்பெயரும் பறவைகள் ஒளிக்காலம், வெப்ப நிலை மற்றும் உயரம்-நீளம் போன்ற பல காரணிகளின் வாயி லாகக் குறிப்பாகக் காலங்களின் அமைப்பை உணர்த்துகின்றன.

வருட-சர்கா தாளமுறையைப்பற்றி முதன்முதலில் பென் கெலி மற்றும் பிஸ்ஷர் என்பவர்கள், தரைவாழ் தங்கநிற அணில் வகையில் **(Citellus lateralis)** விளக்கினார்கள். இவற்றைச் சோதனைச்சாலையில் நிரந்தர இருள்/ஒளி அல்லது ஒளி/இருள் 12:12 மணி அளவிற்கு ஆட்படுத்தும்போது எல்லா அணில் களிலும் வருடத்திற்கு ஒருமுறை 'ஹைபர்னேஷன்' அதாவது சலனமற்ற நிலை ஏற்படுகிறது. இந்தத் தாளமுறையின் காலம் 12 மாதங்களைவிடக் குறைவாக உள்ளது. இது சர்கேடியன் தாளமுறையின் சுதந்திர நிலைக்குச் சமமாக உள்ளது. வருட-சர்கா தாளமுறைகள் பற்றிச் சில்வியா போரின் எனும் தோட்டக்குருவியில் இடம்பெயர்தலின் அமைதியின்மை, உடல்

எடை, தோலுரிதல் போன்றவற்றின்மூலம் சோதனைமுறையில் விளக்கப்பட்டுள்ளன. தோட்டப் பல்லியை மூன்று குழுக் களாகப் பிரித்து நிரந்தரமான ஒளி/இருள் 10:14 அல்லது 12:12 அல்லது 16:8 என 3½ வருடகாலம் தொடர்ந்து சோதிக்கப் பட்டது. இந்த ஆய்வு 10 வருடங்கள் நீடித்தது. இரு-சுழற்சி வரையாவது நிலைத்துள்ள வருடாந்திரத் தாளமுறை தற்போது பறவைகள், விலங்குகள், ஊர்வன, கணுக்காலிகள், மொலஸ் கள் போன்ற 29 வகையான விலங்குகளில் அறியப்பட்டுள்ளது.

செட்ஜிபர்ஸ் (காலம் வழங்கிகள்):

மரங்கொத்தியை (**Marmota monax**) வேறு இடத்திற்கு மாற்றிவைத்துச் செய்த ஆராய்ச்சியின் முடிவுகளால், செட்ஜிபர் செயல்பாடு வரையப்பட்டுள்ளது. நிலையான ஒளி/இருளில் 16:8 மணி நேரம், 20° C அல்லது 16° C வெப்ப நிலையில் வைப்பதனால், உடல் எடைக்கான தாளமுறை 3 வருடத்திற்குள் தலைகீழான செட்ஜிபர் நிலையுடன் ஒன்றி ணைந்துவிடுகிறது. அத்துடன் சில இனங்களில் வருடாந்திர ஒளிக்காலச் சுழற்சி வருட-சர்கா தாளமுறையுடன் ஒன்றி ணைந்துவிடுகிறது.

குளிர்கால அமைப்பின் நிகழ்ச்சிகள்:

வருட-சர்கா தாளமுறைகள், தேர்வு அழுத்தத்தை (**Selection pressure**) எதிர்த்துச் செயல்படும் திறமைபெற்றுள்ளன. பிள்ளோஸ்கோபஸ், சில்வியா போன்ற பேரினங்களில் வருட-சர்கா தாளமுறை கீழ்க்கண்ட முக்கியத்துவங்களைப் பெறு கின்றது;

1. சுற்றுப்புறக்காலச் சுழற்சிகளுக்கு ஏற்பக் காலநிகழ்வு களின் குறிப்பிட்ட நேரடித்தொடர்பு, 2. சென்று திரும்பும் பறவைகளின் இடம் பெயரும் நேரம் மற்றும் பாதைகளை நிர்ண யிக்கும்செயல்முறை ஆகியனவாகும். மேற்சொன்ன இரு உயிரி னங்களையும் ஒரு வருடம் நிரந்தர ஒளிக்காலச் செறிவில் வைக்கும்போது அவை ஏற்படுத்தும் இடம்-பெயர் அமைதி யின்மை காலமாற்றத்தை இனங்காட்டுகின்றன, இது இயற்கை யில் அவை இடம்பெயரும்போது ஏற்படும் இடம்பெயரும் வேக மாற்றத்திற்குச் சமமாக உள்ளது. நீண்டதூரம் இடம்பெயரும் பறவைகளில் மத்தியத்தரைக்கடல் மற்றும் சகாரா பாலைவனங் களை அவை கடக்கும்போது அவற்றின் இரவு நேர ஆழ்ந்த, கடினமான இடம்பெயரும் செயல்பாட்டை அறியலாம்.

பறவைகளின் இடம் பெயர்தலில் காணப்படும் தற்காலிக மற்றும் நேரடிக்கூறுகள் வருட-சர்கா தாளமுறையால் கட்டுப் படுத்தப்படுகின்றன. கூட்டில் அடைக்கப்பட்ட சிட்டுக்குருவி,

ஆகஸ்ட்-செப்டம்பர் மாதங்களில் தென்மேற்கு நோக்கியும் விடுதலை செய்யப்பட்டபின் தென் மேற்கு நோக்கிச் சென்று பின் மாறித் தென்கிழக்கு நோக்கியும் பயத்துடன் செல்ல எத்த னிக்கின்றது. ஜிவின்னர் மற்றும் விட்ஸ்செக்கோ ஆகியோரின் சோதனையின் முடிவுப்படி பனிக்காலத்தில் இடம்பெயர் பறவைகள் தெற்கு நோக்கிச் சென்று பின் வசந்தகாலத்தில் வடக்கு நோக்கி இடம்பெயரும் திறனைப்பெற்றுள்ளன. இது உள்ளார்ந்த நிலையில் முன்கூட்டியே குறிக்கப்பட்டுள்ளது.

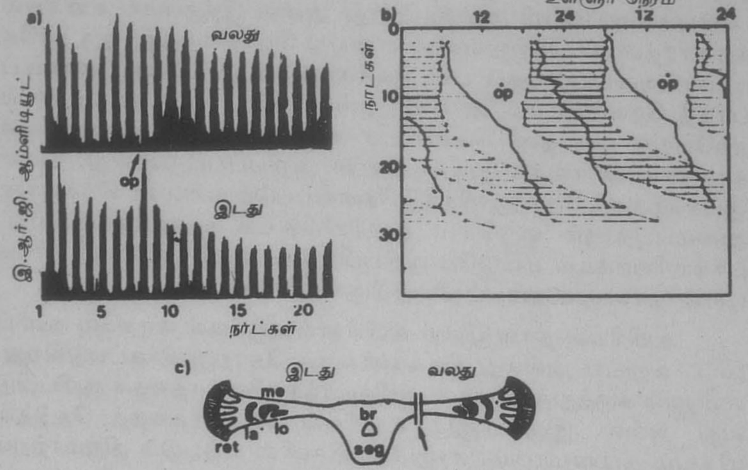
அத்தியாயம் 8

உயிரியல் கடிகாரத்திற்கான தேடுதலும், அதன் இயக்கமும்

உயிரியல் கடிகாரத்தைத் தேடுதல் என்பது பழங்காலத்திலேயே தோன்றியதாகும். அங்க அவயங்களின் சலன இயக்கப் பண்புகளைப்பற்றி ஆய்ந்தபோது அவை இத்தகைய் உயிரியல் கடிகாரத்தைப் பெற்றுள்ளன என்பது தெரியவந்தது. ஒரு சர்கேடியன் அமைப்பிற்குப் பல திசுக்களும், உறுப்புகளும் கண்டிப்பாகத் தேவைப்பட்டன என முன்பு அறியப்பட்டது. ஆனால் தற்போது ஒரு தனி செல்கூடச் சர்கேடியன் தாளமுறைக்குக் காரணகர்த்தாவாக இருக்கும் என அறியப்பட்டுள்ளது. சலன இயக்கத்தைத் தோற்றுவிக்கத் தேவைப்படும் எல்லாச் சிக்கலான அமைப்புகளும் 'ஒருசெல்' உயிரியில்கூடக் காணக்கிடக்கிறது. பாக்டீரியாக்கள் மட்டுமே குறிப்பிடத்தக்க வகையிலான சர்கேடியன் தாளமுறையைப் பெற்றிருக்கவில்லை.

உயிரியல் தாளமுறை உயிரினங்களுக்குள்ளாகவே தனிப்பட்ட உறுப்பு அல்லது திசுக்களினால் தோற்றுவிக்கப்படுகிறது, என்னும் கருத்துத் தற்கால அறிவார்ந்த விளக்கத்தைக் குறிப்பிடுவது அல்ல. இருப்பினும் உயிரியல் கடிகாரத்தைத் தேடுதல் மிகவும் கடினமாகும். கணுக்காலிகளில் ஏற்படும் நிறமாற்றம் ஹார்மோன்களால் கட்டுப்படுத்தப்படுகிறது என முன்பு கருதப்பட்டது. வண்டுகளில் கண்களைத் தாங்கும் காம்புகளே உயிரியல் கடிகாரத்தின் தோற்றுவாய் எனக் கருதப்பட்டது. பூச்சிகளில் உள்ள பர்-இன்டர் செரிபராயிஸ், கார்போரா அல்லேடா, கார்போரா கார்டியாகா, சர்கம்-ஓஸோபேகில் கமிஷர், மற்றும் கேங்லியா போன்ற பலவும் சில நேரங்களில் உயிரியல் கடிகாரமாகச் செயல்படுகின்றன. சமீபத்திய ஆராய்ச்சியின்படி, 'ஆப்டிகள் லோப்ஸ்'தான் கரப்பான் பூச்சியின் நடமாட்டத்திற்கான மற்றும் கிரிக்கெட் பூச்சியின் ரீங்கார இசைக்கான சர்கேடியன் அமைப்பை மேற்கொள்கின்றது என அறியப்பட்டுள்ளது. இவற்றின் 'ஆப்டிக்' லோப்சின் ஒரு பகுதியை அறுவைச்சிகிச்சை மூலம் துண்டாக்கினால் அவற்றின் தாளமுறையும் மட்டுப்படுத்தப்படுகிறது. இரு பகுதியையும் வெட்டினால் தாளமுறை மறைந்துபோகிறது. அப்ளைசியா என்ற கடல் உயிரியல், கண்களே சர்கேடியன் தாளமுறையின் செயல்பாட்டிற்கு உள்ளாகின்றது என்பது சுவையானதாகும்.

அப்ளைசியாவின் கண்களைத்தனியே பிரித்தெடுத்துக் கடல் நீரில் வைக்கும்போதுகூடச் சில நாட்களுக்குச் சர்கேடியன் தாளமுறை நிலைத்து உள்ளது. இதன் பல செல்களின் செயல் திறனைக் கொண்டு, தாளமுறையைக் கணக்கிட முடியும். வண்டு ஒன்றின் மூளையை அறுவைச்சிகிச்சை செய்யும்போது அதன் விளைவாகக் கண்கள், தம் ரெடினா மின் துடிப்பிற்கு ஏற்ப உயிரியல் தாளமுறையின் காலத்துடன் (τ) இணைந்து தாள முறையை ஏற்படுத்துகின்றன. இந்த வண்டில் கண் நரம்புகளின் **(Optic ganglia)** இடது மற்றும் வலது புறமுமாக ஆப்டிக்



படம் 49:

ஆந்தியா எனும் வண்டின் மூளையில் ஏற்படும் அப்லேசன் பாதிப்புகள், இ.ஆர்.ஜி. ஆம்ளிடியுடில் பிரதிபலிப்பது போன்று வலது, இடது கண் களில் ஏற்படும் சர்கேடியன் இணக்கத் தாளமுறை மீது ஏற்படுத்தும் பாதிப்புகள்.

நிபந்தனைகள்: நிரந்தர இருள் 26°C

a = வலது — இடது கண்களில் இ.ஆர்.ஜி. ஆம்ளிடியுடின் நேர அளவு எட்டாவது நாளில் அறுவை சிகிச்சை செய்யப்பட்ட இடம் 'C' (அம்புக்குறி) இல் காட்டப்பட்டுள்ளது.

b = சர்கேடியன் நிலை, 'a' எனும் விபரங்களிலிருந்து பெறப்பட்டு வடிவமைக்கப்பட அது 'ஆக்டோகிராம்' போன்று காணப் படுகிறது. இதில் சர்கேடியன் இரவுநிலை (.....) என்பது வலது, (———) என்பது இடது கண்ணையும் குறிக்கும். நட்சத்திர (ஆஸ்டிரிக்) குறி அறுவைச் சிகிச்சைக்கான நேரம்.

c = அறுவைச்சிகிச்சை இடத்திற்கான வரைபடம்; லோபுலா மற்றும் சூப்ரா ஒசபோகல் கேங்ளியன் இரண்டுக்குமிடையே ஆப்டிக் பாதை மாற்றப்படுகிறது; இதில் ret = ரெடினா; la = ரேமினா; me = மெடுலா; lo = லோபுலா; br = சூப்ரா ஒசபோகல் கேங்ளியின்; seg = சப் ஒசபோகல் கேங்ளியன்.

லோபின் அருகே சர்கேடியன் தாளமுறையை உருவாக்குவது அமைந்துள்ளது. டிரான்ஸ் செக்ஷன்ஸ் எனப்படும் மாற்றங்கள் ஒன்று சேர்வதைத்தடுத்துத் தனித்தாளமுறை ஏற்படுவதைத் தூண்டுகின்றன, (படம்-49, பார்க்க). சமீபகாலத்திய அறுவைச் சிகிச்சை மற்றும் ஹார்மோன் சிகிச்சை முறைகள், பாலூட்டி களின் மற்றும் பறவைகளின் சர்கேடியன் தாளமுறைகளைத் தூண்டிச்செயல்பட வைக்கின்றன.

சர்கேடியன் தாளமுறைக்கான சுற்று விளைவின் ஒரு முக்கியப் பகுதியாக இருப்பது பினியல் அல்லது எபிபிசிஸ் ஆகும். பினியலெக்டோமி வகைப்பறவைகளில் குறிப்பிடத்தக்க வகையில் தாளமுறை இழப்பு ஏற்படுகின்றது. அப்படி இழப்பு ஏற்பட்டால் அவற்றின் உடலில் எப்பகுதியிலும் குறிப்பாகக் கண்களில்கூட மீண்டும் அவற்றை நடைமுறைப்படுத்தி, தாள முறையை ஏற்படுத்த முடியும். இவ்வாறு ஒன்றிணைந்த தாள முறை, ஹார்மோனால் அல்லது நரம்பினால் அல்லது இரண்டினாலும் செயலாக்கப்படுகிறது. மீண்டும் தருவிக்கப் பட்ட பினியில் உறுப்பு அதைத்தந்த பறவையின் நிலை மாற்றத்தை (குறிப்பாக ஒளி/இருள் தன்மையால்) பெற்றிருக் கிறது. இந்தப் பினியல்தான் பொருத்தப்பட்டுள்ள பறவையில் மெலடோனின் சுரப்பினால் செயல்—ஓய்வு நிலையை மீண்டும் ஏற்படுத்துகிறது. ஐரோப்பிய ஸ்டர்லிங் பறவைகள், சிட்டுக் குருவி **(Sturnus vulgaris)** முதலியவற்றில் பினியல் உறுப்பு நீக்கப்பட்டால் தாளமுறையற்ற நிலை ஏற்படுகிறது. மீண்டும் மெலடோனின் சுரப்புநீரைக் காலம் தவறாது செலுத்தினால் மீண்டும் தாளமுறை ஏற்படுகிறது. பினியல் உறுப்பின் மிக முக்கிய மற்றொரு பணித் தாளமுறை ஏற்படுவதற்காகவும் இது செயல்படுவதற்காகவும் ஒளியைப் பெற்றுத்தருவதில் பங்கு கொள்வதாகும். இப்படிப்பட்ட ஒளி பெறுதலுக்கு அதிகப் படியான ரெடினா ஒளி பெறுதல் **(Extra-retinal photoreception)** எனப்பெயர். கோழிக்குஞ்சிலிருந்து நீக்கப்பட்ட பினியல் உறுப்பைத்தகுந்த வளர் ஊடகத்தில் **(Media)** நீடிக்க **N** — அசிட்டிலின் டிரான்ஸ்ஃபெரேஸ் செயலாக்கத்தில் வைக்கும் போது நிலையான, நீடித்த சர்கேடியன் தாளமுறையைக் காட்டு கின்றன. இவை சுயகட்டுப் பாட்டுடனும் சுயநம்பிக்கையுடனும் செயல்படும் உயிரியல் கடிகாரம் போன்றதாகும். சிட்டுக் குருவிகளில் பினியல் உறுப்பின் சூப்ரா கையோஸ்மேட்டின் நியுக்ளியஸ் கூட்டுப்பொருள் தாளமுறையில் ஒன்றிணைந்த விளைவை ஏற்படுத்துகிறது. ஆனால் இங்கு நினைவில் கொள்ளவேண்டியது, இதுபற்றிய ஆராய்ச்சியை நடைமுறைப் படுத்துவது என்பது கடினம். அதிலும் 100 சதவிகித வெற்றி காண்பது மிகவும் கடினமாகும். நடத்தை பற்றிய சோதனைகள்

மற்றும் திசுவியல் சான்றுகள் போன்றவற்றால் மட்டுமே எவ்வளவு நல்லவிதமாக இச்சோதனைகள் நடைபெற்றுள்ளன என உறுதி படுத்தமுடியும். மேலும் இச்சோதனைகள்யாவும் ஒளியின் (**Photic input**) அடிபபடையிலேயே மேற்கொள்ள முடியும். சர்கேடியன் அமைப்பைக் காப்பதற்கு, சலனங்கள் மற்றும்சலனத் தோற்றுவிகளுக்கு இடையே குறுக்கீடுகளும் இருவழி உணவூட்டலும் (**Feed back**) கண்டிப்பாக இருத்தல் அவசியம். பறவைகளின் கிளைவிட்டுக் கிளை செல்லும் தாளமுறை பறவைகளின் பாட்டுச் சுழற்சிக்கு, அமைதி மற்றும் ஒலிக்கருவியின் (**Buzzer**) ஒலிக்கு ஏற்ப ஏற்படுகிறது. மங்கலான நரநதர ஒளாயலகூட அமைதிச்சுற்றை ஏற்படுத்த இயலும். இங்கு எந்தவிதமான ஒளி அடிப்படையும்(**Photic input**) பங்கு பெறவில்லை. தற்போது அறிவியலாளர்கள் உயர்ந்த முதுகெலும்புப்பிராணிகளிலும் மற்றசில உயிரினங்களிலும் சலன தோற்றுவிப்பான்கள் உன்னதநிலையில் உள்ளன என நம்புகின்றனர்.

சூப்ரா கையாஸ்மேட்டிக் நியுக்ளியஸ் (SCN):

பாலூட்டிகளின் சர்கேடிய தாளமுறை அமைப்பின் முக்கியப் பங்கு மூளைக்கு உள்ளேயே ஒளிந்துகிடக்கின்றது. அதனைச்சுற்றிய ஓரத்திசுக்கள் இரண்டாம் பட்சச் சலனத் தோற்றுவிப்பான்களைப் பெற்றுள்ளதாகத் தோன்றுகிறது. அமெரிக்க விஞ்ஞானி உயிரியல் கடிகாரத்தைத் தேடுவதற்காக எலியில் அறுவை சிகிச்சை ஆய்வைத் துவக்கினார். எலிகளின் தன்னிச்சையான தாளமுறைச் செயலைப் பயன்படுத்தி அவற்றிலிருந்து அட்ரினல், கோனட், பிட்யூட்டரி, தைராய்டு, பைனியல், பேங்கரியாஸ் போன்றவற்றை வலிப்பைத்தூண்டும் மின் அதிர்வு சிகிச்சை, மயக்கநிலையில் நீடிக்க வைத்திருப்பது மற்றும் சாராயத்தை உட்கொள்ளும் நிலை போன்றவற்றின் மூலம் நீக்க முயன்றார். இவற்றின் மூலம் சர்கேடியன் தாளமுறையை நீக்க முடியவில்லை. மேலும் அவர் பலநூறு காயங்களை எலியின் மூளையில் பல்வேறு இடங்களில் ஏற்படுத்தினார். அவர் கண்டறிந்த 200 ஹைபோதலாமிக் காயங்களில் நெஞ்சுப்புறத்தின் முன்னால் உள்ள ஹைபோதலாமஸின் ஒரு பகுதி, காயத்திற்குக் கட்டுப்பட்டது. இப்பகுதி முழுவதுமாகச் செயலில், உண்ணலில், குடிப்பதில் சர்கேடியன் தாளமுறையை இழந்துவிட்டிருந்தது. உயிரியல் கடிகாரத்திற்கான அந்தச் சரியான இடத்தை இன்னும் அவரால் கண்டுபிடிக்க முடியவில்லை. சர்கேடியன் தாளமுறை நிரந்தர ஒளிச்சுழற்சியால் உள்ளுக்குள்ளேயே உருவாக்கப்பட்டாலும் ரெடினாவின் நரம்புப் பாதையிலிருந்து சர்கேடியன் சலனத் தோற்றுவிப்பான்கள் கண்டிப்பாக நிலைத்திருக்கின்றன. சுய கதிர்வீச்சு

மானியின் (Auto radiography) நுட்பத்திறன் தற்போது தேவைக்கு ஏற்ப வந்துள்ளது. இதன்படி அமினோ அமிலத்தை ரெடினாவிற்குள் செலுத்தி, அது செல்லும் பாதையை அது சென்றடையும் முனைவரை அறியலாம். இவ்வாறாக ரெடினா ஹைபோதலாமிக் பாதை (RHT), சூப்ராகையாஸ்மேடிக் நியுக்ளியையில் (SCN) முடிவுறுவதை விளக்கலாம். 1972—இல் வேறுபட்ட குழுக்கள் தனித்தனியாய் நடத்திய ஆய்வின்படி சூப்ராகையாஸ்மேடிக் நியுக்ளியசை (SCN) காயங்கள் அழிந்து விடுவதால் பொதுவாகச் சர்கேடியன் தாளமுறை இல்லாமல் போய்விடுகிறது. தற்போது பல ஆய்வு முடிவுகள் வந்து குவிந்திருப்பதிலிருந்து உறுதியாய் விளங்குவது யாதெனில் பலதரப்பட்ட உடற்செயலியல் பணிகளில், உருவாக்கப்பட்டு நிலைபெறும் சர்கேடியன் தாளமுறைச் செயல்களில் சூப்ராகையாஸ்மேடிக் நியுக்ளியஸ் ஒன்றிணைந்து பங்கு பெறுகின்றது என்பதே.

பாலூட்டிகளில் இந்த சூப்ரா கையாஸ்மேட்டிக் நியுக்ளியஸ் சலனத்தோற்றுவிப்பான்களின் உன்னத இடத்திலிருந்து சர்கேடியன் தாளமுறையைக் கட்டுப்படுத்துகின்றது. இந்த் சூப்ரா கையாஸ்மேடிக் நியுக்ளியசின் ஒரு பகுதியை அறுவை சிகிச்சையில் தனிமைப்படுத்தினால்கூட மின்சார செயல்பாட்டின் சர்கேடியன் தாளமுறை மற்றும் கார்பன் 14 குளுக்கோஸ் எடுத்துக்கொள்ளுதல் ஆகியன நிலைத்திருக்கின்றன. எனவே இந்த சூப்ரா கையாஸ்மேடிக் நியுக்ளியஸின் இருபகுதிகளில் எப்பகுதியும் தாளமுறையை ஏற்படுத்துகின்றது. தற்காலக் கண்டுபிடிப்புகளின்படி தூக்கம்—விழிப்பு சுழற்சிக்கான காரணகர்த்தாவாக இந்தச் சூப்ரா கையாஸ்மேடிக் நியுக்ளியஸ் அமைந்துள்ளது. ஆனால் உடல்வெப்பத் தாளமுறைக்கான காரணகர்த்தா சூப்ரா கையாஸ்மேடிக் நியுக்ளியஸைச் சார்ந்திருக்கவில்லை. ஆயின் எதைச்சார்ந்துள்ளது என்பது பற்றி இன்னும் ஆய்வுகள் தொடர்கின்றன.

சூப்ரா கையாஸ்மேடிக் நியுக்ளியஸ் பற்றி மனிதனல்லாத முன்னோடிகளில் ஏற்கனவே அறியப்பட்டாலும், மனிதனில் அதன் திசுவியல் பற்றிய உண்மைகளை இனிமேல்தான் அறிய வேண்டும். ஆனால் சூப்ரா கையாஸ்மேட்டிக் நியுக்ளியஸுக்கான அமைப்பையும், பணிகளையும் செய்யக்கூடிய செல்கூட்டம் ஒன்று மனிதனிடம் நிலைத்திருப்பதற்கான நம்பத்தக்க பல ஆதாரங்கள் உள்ளன.

சூப்ரா கையர்ஸ்மேட்டிக் நியுக்ளியஸுக்கான செயல்பாதைகள்.

இருள்—ஒளி சுழற்சி பற்றிய செய்திகள் ரெடினா ஹைபோதலாமிக் (RHT) பாதை வழியாகவும் மற்றத் துணை

அமைப்புகள் (சான்றாக பக்கவளரி நியுக்ளியஸ்) போன்ற வற்றாலும் சூப்ரா கையாஸ்மேட்டிக் நியுக்ளியஸுக்கு வந்தடை கின்றன. இது தவிர வேறுபல பாதைகளும் செய்தி வந்தடை வதற்கு உள்ளன எனத் தற்போது கண்டறியப்பட்டுள்ளது.

சூப்ரா கையாஸ்மேட்டிக் நியுக்ளியஸின் பங்கு என்ன என்பது பற்றித் தற்கால விளக்கங்களைச் சுருக்கமாகக் கீழே காணலாம்.

பாலூட்டிகளின் ஹைபோதலாமஸின் சூப்ரா கையாஸ் மேட்டிக் நியுக்ளியஸ் அவற்றின் சர்கேடியன் நேரக்காப்பின் நரம்புக்கட்டுப்பாட்டில் மிக முக்கியப் பங்கு வகிக்கிறது. இந்த சூப்ரா கையாஸ்மேட்டிக் நியுக்ளியஸ்தான் இருள்—ஒளி சுழற்சித் தாளமுறை ஏற்பட முக்கிய காரணகர்த்தாவாகக் காட்சி தருகிறது. விலங்குகளில் இந்த சூப்ரா கையாஸ்மேட்டிக் நியுக்ளியஸ் நீக்கப்பட்ட பின்னர்கூட இருள்—ஒளி சுழற்சி ஏற்படுகிறது, இதற்குக் காரணம் சென்ற அத்தியாயங்களில் கூறியபடி ஒத்திசைந்து ஜோடிசேர்தல் மற்றும் இருவழி விளைவு களால் இது தோன்றுவதாகும். இரு முக்கிய நிலைகளில் சூப்ரா கையாஸ்மேட்டிக் நியுக்ளியஸ் சர்கேடியன் தாளமுறையை உருவாக்குவதாக விளக்கப்பட்டன. முதலாவதாக 1979—இல் சூப்ரா கையாஸ்மேட்டிக் நியுக்ளியஸ் மற்றவற்றிலிருந்து தனித்துப் பிரிக்கப்படும் போது தொடர்ந்து தானாகத் தோன்றும் தாளமுறை (மின் செயலியல் பணிகளில்) செயல் களாகக் காணப்படுகின்றன. இரண்டாவது, இந்தச் சூப்ரா கையாஸ்மேட்டிக் நியுக்ளியஸ் அதே உயிரினங்களில் உள்ள மற்றத் தாளமுறைகளின் பணிகளையும் பாதிப்பதுடன் தானே மேற்கொண்டு செயல்படுத்தவும் செய்கின்றது.

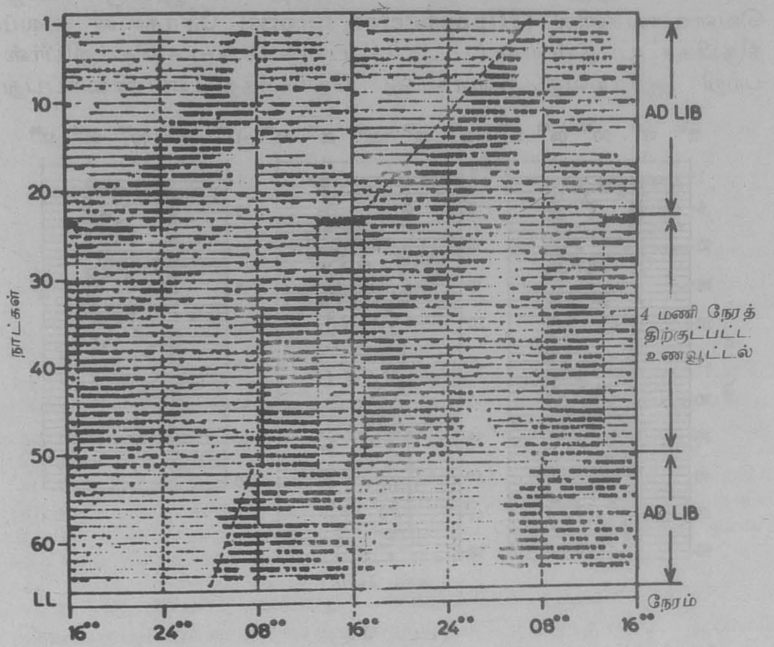
மற்ற செட்ஜிபீர்:

1. உணவு-பசிச் சுழற்சி:

அணில் வகைக் குரங்குகளில் நடமாட்டச் செயல்கள் உணவு உண்ணல், நீர்குடித்தல் போன்றவற்றை 24 மணி நேர உணவு-பசி சுழற்சியில் 3:21 மணி என்ற விகிதாச்சாரத்தின்படி தொடர் ஒளியில் வைக்கப்படும்போது ஏற்படுத்த முடியும். உணவு-பசிச் சுழற்சி 4:20 மணி என்ற அளவில் இந்திய பனை அணில்களில் (**Funambulus palmarum**) இதே நடமாட்டச் செயல்களை ஏற்படுத்த முடியும். உணவு என்பது அதிக அளவில் உணவு மலிந்திருக்கும் நிலையில்கூடத் தாளமுறைப் படியே நடக்கிறது. நீர் குடிப்பதும் அப்படியே, இவையாவும் சூப்ரா கையாஸ்மேட்டிக் நியுக்ளியஸின் ஆளுகைக்கு உட்பட்டே செயல்படுகின்றன.

2. வெப்பநிலைச் சுழற்சி:

தாவரங்கள், முதுகெலும்பிகள், பல்லி முதலியவற்றின் சர்கேடியன் தாளமுறைகளை வெப்பநிலைச் சுழற்சி ஏற்படுத்துகின்றது. ஆனால் பாலூட்டிகளின் சிலவகைகளில், செட்ஜிபீர் போன்று வெப்பநிலையும் மிகக்குறைவாக அறியப்படக் காரணம் அவற்றின் உள்வெப்பநிலை எனக்கூறலாம். பல ஆய்வு முடிவுகளின்படி, உடல் வெப்பநிலைத்தாளமுறை, சூப்ரா கையாஸ்மேட்டிக் நியுக்ளியஸ் இல்லாவிட்டால்கூட நிலைத்து இருக்கிறது என அறியப்பட்டுள்ளது.



படம் 50:

அணிலின் (**Funambulus palmarum**) சர்கேடியன் நடமாட்ட 4 லக்ஸ் எனும் நிரந்தர ஒளியில் தொடர்ச்சியாக உணவு உட்கொள்ளல் – உட்கொள்ளாமை சுழற்சிக்கு (4.20 மணி) ஏற்ப ஏற்படுதல். 23 முதல் 50 சதுரப்புள்ளிகள், உணவு கிடைப்பதைக் குறிக்கின்றன. 30-50 நாட்களுக்கிடையே தாளமுறை உணவு சுழற்சியில் ஏற்படுவது இதன்மூலம் தெளிவாகிறது.

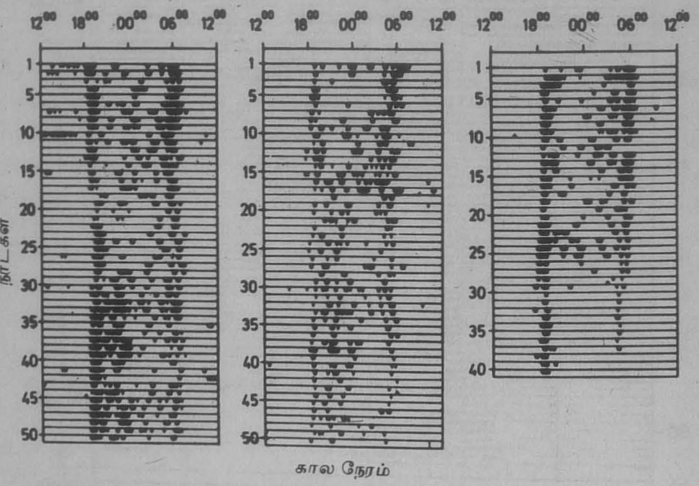
3. ஒலிச் (சப்த) சுழற்சி:

எலிகளில் சர்கேடியன் தாளமுறைகள் ஒலிக்குறியீடுகள் மூலம் ஏற்படுவதாக அறியப்பட்டது. பறவைகளில் சந்தேக

மில்லாமல் இவை நிருபிக்கப்பட்டன. சூப்ரா கையாஸ்மேட்டிக் நியுக்ளியஸ் நேரடியாக ஒலிய்யை ஏற்கிறதா அல்லது ஒலிக் குறியீடுகள் சூப்ரா கையாஸ்மேட்டிக் நியுக்ளியசைத் தூண்டி ஏற்க வைக்கிறதா என்பது பற்றி இன்னமும் தெளிவாக அறிய முடியவில்லை.

சமூகக் குறியீடுகள்:

சில விலங்குகளில் சர்கேடியன் தாளமுறை ஏற்பட இந்தச் சமூகக் குறியீடுகள் மிக முக்கியமானவை. இது பற்றி மனிதன், சுண்டெலி மற்றும் மைக்ரோ கைரோப்டிரான் எனும் குகைவாழ் வெளவால்களில் (**Hipposideros speoris**) சோதனை மூலம் நிருபிக்கப்பட்டுள்ளன (படம் 51, பார்க்க). சமூக செட்ஜிபீர்ஸ் பற்றி ஆராய்வது, அளப்பது. நோக்கத்துடன் விவரிப்பது

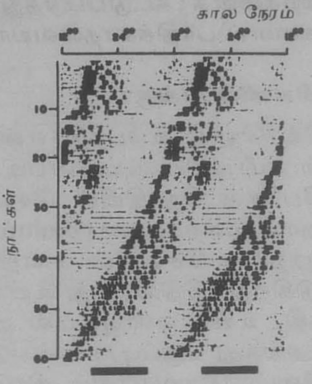


படம் 51:

மதுரையில், 40 மீட்டர் அளவுள்ள இயற்கைக் குகையில் அடைக்கப்பட்ட வெளவால்கள் மூன்றில் (ஒன்று 40 நாட்கள்; மற்ற இரண்டு 50 நாட்கள் வரை) காணப்பட்ட பறக்கும் செயல்பாட்டு முறை. இவற்றின் செயல்பாடு தனியே பதிவு செய்யப்பட்டது. குறுக்குக்கோடுகள் ஒய்வு நிலையையும் நெடுக்குக்கோடுகள் ஒய்வற்ற நிலையையும் குறிக்கின்றன. இவற்றின் தொகுப்பு விபரங்களை ஒன்றன் கீழ் ஒன்றாக மற்றத் தொடர் நாட்களுக்குத் தரப்பட்டுள்ளன. (மாரிமுத்து மற்றும் பலர், 1981).

என்பன மிகவும் கடினமாகும். சமுகக் குறியீடுகள் என்பன ஒலிச்சம்பந்தமான, பார்வை சம்பந்தமான மற்றும் வேதியல் அடையாளங்களாகவும் இருக்கலாம். மதுரை காமராசர் பல்கலைக்கழகத்தில் நடந்த ஆய்வின்படி வெளவால்களின்

குகைக்குள்ளே பறக்கும் செயலுக்கான சர்கேடியன் அதற்குள்ளேயே பறக்கும் வேற்றுவகை வௌவால்களினால் வெளியிடப்படும், குறியீடுகளினால் ஏற்படுவது அல்ல (படம் 52, பார்க்க). வெளிநாட்டு வௌவால் (**Emballonurid**) வெளியிடும் நுட்ப ஒலியின் (**Ultra sound**) அளவு சுமார் 80 கிலோ ஹார்ட்ஸ். அதுவே உள்ளூர் வௌவால்(**Hipposiderid**) வெளியிடும் அளவு 134 கிலோஹார்ட்ஸ் ஆகும்.



படம் 52:

ஹிப்போசைட்ரிட் குகைகளில் 60 நாட்களுக்கான எம்பாலோனுரிட் வௌவால்களில் பறக்கும் செயல்பாட்டு முறைக்கான சிறந்த உதாரணம். குறுக்குக்கோடுகள் ஓய்வு நிலையையும், நெடுக்குக்கோடுகள் ஓய்வற்ற நிலையையும் குறிக்கின்றன. செயல்பாட்டு விபரங்கள் நாட்களின் வரிசையில் ஒன்றன் கீழ் ஒன்றாகக் கொடுக்கப்பட்டுள்ளன. படத்தின் கீழ்தரப்பட்ட அச்சற்ற பாகம், வௌவால்கள் கூட்டமாக இரவின் துவக்கத்தில் சென்று பின் இரவில் திரும்பிவரும் செயல்பாட்டுத்திறனைக் குறிக்கும். (மாரிமுத்து மற்றும் சந்திரசேகரன், 1983).

செட்ஜிபீர் போன்று செயல்படும் சமூகக் குறியீடுகள் வௌவால்களின் வகைக்கு வகை தனிப்பட்டதாகும். ஆனால் மனிதன் மற்றும் பறவைகளில் இப்படிப்பட்டதாய் இல்லை. முடிவாகப் பாலூட்டிகளில் தாளமுறைகளைத் தோற்றுவிப்பதில் இந்த சூப்ரா கையாஸ்மேட்டிக் நியுக்ளியஸ் முக்கியப் பங்கு வகிக்கிறது எனலாம். இவற்றின் ஒரத்திசுக்களில் சர்கேடியன் அமைப்புப் பலதரப்பட்ட சுய—தாங்கி சலனத் தோற்றுவிப்பான்களைப் பெற்றுள்ளன. இந்தச் சூப்ரா கையாஸ்மேட்டிக் நியுக்ளியஸ் எல்லாத் தாளமுறைகளையும் வழிநடத்தி உயிரினத்தின் உடற்செயலியல் முறைகளில் ஓர் ஒன்றிணைப்பை, ஒற்றுமையைத் தோற்றுவிக்கின்றது.

சர்கேடியன் தாளமுறைகளின் இயக்கத்தைப்பற்றி ஆராயப் பல உயிர்வேதியல், உயில் செயலியல் முறைகள்

இயற்கையாகவே உள்ளன. சர்கேடியன் தாளமுறையைப் பாதிக்கும் வேதியல் பொருள்கள் யாவை என்பது பற்றி அறியப் பல சோதனைகள் ஏற்கனவே நடைபெற்றுவருகின்றன. வெப்ப நிலை போன்றே பல பொருட்களைத் துடிப்புகளாகக் கொடுக்கும் போது (சான்றாக கணநீர் – DO_2) தீவிரப் பாதிப்பை ஏற்படுத்துகின்றன. இவை அறிவியலாளர்களைத் தவறான முடிவுக்கு வரவழைக்கிறது. இவற்றின் பல, மிதி மிஞ்சிய தாளமுறைகளைக் கட்டுப்படுத்துவதாகவும் சலனத் தோற்றுவிப்பான்களைப் பாதிக்காதவையாகவும் உள்ளன.

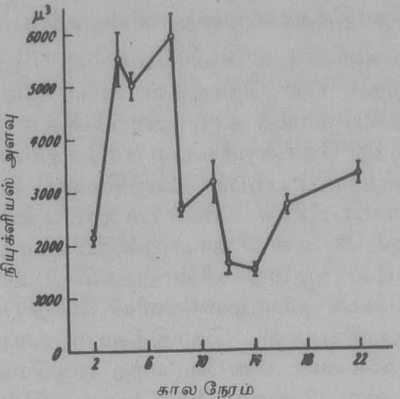
செல்களில் நியுக்ளியஸின் பங்கு:

தாளமுறையில் நொதி உற்பத்தி என்பது பொதுவாகக் காணப்படுவதாகும். சமீபத்திய ஆய்வின்படி, கொன்யோலக்ஸ்-இல் உள்ள லூசிபேரேஸ் நொதியின் செயல்பாடு அவற்றின் உயிர்ஒளியூட்டல் தாளமுறைக்கான (**Bioluminescence**) காரண கர்த்தாவாகி, புரதச் செயலின் எதிர்ப்புத்தன்மையின் விளைவால் ஏற்படுகிறது. இதிலிருந்து உயிரியல் உள்கடிகாரத்தைக் கட்டுப்படுத்தி, உயிர் ஒளியூட்டல் தாளமுறைக்கு இப் புரதச் சேர்க்கை (அல்லது பகுப்பு) பயன்படுகிறது என நம்பப் படுகிறது. இருப்பினும் இவையாவும் நியுக்ளியஸின் மையத்திற்குத் தாமாகவே வந்து நொதி உற்பத்திக்குக் காரணமான டி.என்.ஏ.வின் (**DeoxyriboNucleic Acid**) அருகே வருகின்றன. சர்கேடியன் சலனத் தோற்றுவிப்பான்கள் மைடாசில் செல் பகுப்பைக் கட்டுப்படுத்தினாலும் இந்த மைடாசிஸ் உயிரியல் கடிகாரத்தில் எவ்விதத்திலும் பங்கு பெறவில்லை. தற்போதைய ஆய்வின்படி உயிர்வேதியல் மற்றும் உருத்தோற்றவியல் நிகழ்ச்சிகளே இந்த மைடாசிஸ் செல்பகுப்பு சுழற்சியைப் பாதுகாக்கின்றன, என அறியப்பட்டுள்ளது.

தாவர மற்றும் விலங்கு செல்களில் செல்பகுப்பு இல்லாத செல்களின் நியுக்ளியஸுக்கு ஏற்ப சர்கேடியன் தாளமுறை, காணப்பட்டுள்ளது. நிரந்தர ஒளியில் உள்ள வெங்காயத்தின் மேற்தோலின் துணைச்செல்களில் (**Guard cells**) நியுக்ளியஸின் அளவில் மாற்றமிருப்பதாக அறியப்பட்டது (படம்-53 பார்க்க).

நியுக்ளிக் அமில உருமாற்றம்:

டி.என்.ஏ. மற்றும் ஆர்.என்.ஏ. உருமாற்றத்தில் தினத்தாள முறையைப்பற்றி மீண்டும் ஆய்வுகள் செய்யப்பட்டுள்ளன. இவற்றின் முடிவின்படி, இந்தச் சர்கேடியன் தாளமுறைகள் அனைத்தும் ஏற்றுக்கொள்ளத்தக்க இலக்கங்களினால் முடிவுறுகின்றன. என அறிவியலாளர் நம்பினர். கோனயோலக்ஸ் ஒளிச் சேர்க்கைத்தாளமுறையை ஆக்டினோமைசின்-D குறைத்து



படம் 53:

வெங்காயத் தோலின் பாதுகாப்புச் செல்களில் **(Guard cells)** உள்ள நியூக்ளியஸ் அளவில் ஏற்படும் பகலிரவு மாற்றம் (பன்னிங் மற்றும் ஸ்ஷோன் — ஷினிடரோஷன், 1957).

விடுவதாகக் கண்டுபிடிக்கப்பட்டதே இதற்கான சிறந்த ஆதார மாக அமைந்துள்ளது. இதேபோன்ற முடிவுகள் பல்வேறு உயிரினங்களில் வேறுபல சர்கேடியன் தாளமுறைகளில் அறியப் பட்டுள்ளன. ஆக்டினோமைசின், டி. என். ஏவை நம்பியுள்ள ஆர்.என்.ஏ.வின். உற்பத்தியைக் குறைக்கவல்லதாக உள்ளது.

செல்பகுப்பு ஏற்படும் திசுக்களிலும் இருள்-ஒளி சுழற்சி யிலும் ஆக்டினோமைசின்-**D**இன் பாதிப்புகள் என்ன என்பது பற்றிய பல ஆய்வுகள் நடந்துள்ளன. இப்பாதிப்புகளை நீக்கி விட்டால் ஆக்டினோமைசின் மேற்கண்டபடி குறைப்பான் களாகச் **(Suppressed)** செயல்படாது. சர்கேடியன் தாளமுறைக்கு நியுக்ளியஸ் மற்றும் நியுக்ளிக் அமில உற்பத்தி மிகவும் அவசிய மானது என்பதை அசிட்டோபுளோரியா-வின் கார்பன்-டை-ஆக்சைடு வெளியிடும் நிலைக்கான தாளமுறை, நீண்ட காலத் திற்குப் பல வாரங்கள் தொடர்வதிலிருந்து அறிந்து கொள்ள லாம். ஆக்டினோமைசின்-**D** இத்தகைய தாளமுறையைக் குறைக்கும் தன்மைபெற்றதன்று. குரோனன் வடிவ சர்கேடியன் தாளமுறையைக் கொண்டு, ஜேக்கப், மோனோட் எனும் இருவரின் வெற்றிட மாற்றம், வெற்றிடத்திற்கு எடுத்தெழுதும் வடிவத்தின் அடிப்படையில் சர்கேடியன் தாளமுறையை விளக்க முடியும். ஆனால் மேற்கண்ட பல எதிர்மறையான கண்டு பிடிப்புகளினால் சர்கேடியன் தாளமுறை வேற்றிட மாற்ற விதங் களின் வரிசைக்கிரமத்தில் அல்லாமல் தோன்றுகிறது என்பது அறியப்பட்டது.

குறுகியகால நொதித்தாளமுறைகளின் பங்கு:

உயிரினங்களில் பல உயிர்வேதியல் நொதிச் சுழற்சிகள் ஒரு நொடி முதல் பல நொடிகள் வரை நீடித்திருக்கின்றன. இத்தகைய குறுகிய காலத் தாளமுறைகளுக்கு இடையே உள்ள செயல்களிலிருந்து தோன்றக்கூடிய சர்கேடியன் தாளமுறைகள் பற்றி விளக்குவதற்குப் பற்பல முயற்சிகளும் வடிவமுறைகளும் எடுத்து இயம்பப்பட்டன. பல பாலூட்டிகள் மற்றும் முது கெலும்பிகளிடையே உள்ள தாளமுறைப் பிளவு நிகழ்ச்சிகளை இத்தகைய வடிவ முறைகளின் உதவியுடன் விளக்கலாம். ஆனால் சர்கேடியன் தாளமுறைகளின் வேறு பல தன்மைகளை இத்தகைய குறுகியகால நொதித்தாளமுறைகளின் மூலம் விளக்க முடியவில்லை. எனவே எந்த ஒருசெல் உயிரியும் இத் தகைய தாளமுறைப்பிளவை மேற்கொள்வதில்லை.

மேலும் குறுகிய காலத் தாளமுறையின் Q மதிப்பு உயர்ந் திருப்பது வெப்பநிலையை அது சார்ந்திருப்பதைக் காட்டுகிறது. பலவித ஒளி, வெப்பநிலையின் நேரம் மற்றும் அலைகளின் நிலைமாற்ற வரைபடம், ஆகியன குறுகிய காலத் தாளமுறையை இணைக்கும்போது திருப்திகரமாக இருப்பதில்லை.

மேல்சவ்வின் பங்கு:

எர்வின் பன்னிங் அரை நூற்றாண்டுகளுக்கு முன்பே உள் செலுத்துத்தாளமுறை, மேல்சவ்வில்(**Membrane**) இருப்பதாக விவரித்தார். முதன் முதலில் வேதிப்பொருள்கள் மற்றும் நச்சு களிடையே செய்யப்பட்ட ஆய்வுகளில் மேல் சவ்வின் பங்கு பற்றித் தற்போது விளக்கப்பட்டுள்ளது. இங்குப் பல சமயங் களில் விளிம்பிலுள்ள இரண்டாம் பட்சச் செயல்களே பாதிக் கப்படுகின்றன; அவற்றை உருவாக்குபவை பாதிக்கப்படுவ தில்லை. எனவே மிகைப்படுத்தப்பட்ட தாளமுறை மாற்றத்தில் நிலைமாற்றம் காணப்படவில்லை.

மேல்சவ்வில் சர்கேடியன் மாற்றங்கள்:

1934-இல் எர்வின் பன்னிங் மேல்சவ்வில் உட்செலுத்துத் தாளமுறைப்பற்றி விளக்கி இருந்தாலும் தற்போது உட்செலுத்து திறன் (**Permiability**) இலை அசைவுக்குக் காரணமான டர்கார் அழுத்தம் மற்றும் பொட்டாசியம் (K+) செல்லும் திறன் ஆகிய வற்றைப் பொறுத்தது. அசிட்டோபுளேரியா எனும் பெரும். ஆல்காவில் (பாசியினம்) சர்கேடியன் மேல்சவ்வுத் தாளமுறைத் திறன் இருப்பதாக அறியப்பட்டுள்ளது. இருப்பினும் சர்கேடியன் தாளமுறையை உருவாக்கும் இடமாக மேல்சவ்வு இருப்பதாக இன்னமும் தெளிவாக அறிவிக்க இயலவில்லை. சர்கேடியன் தாளமுறையின் தோற்றம், உருவாக்கத்திறன் மற்றும்

உண்மையான இயக்கம் பற்றி இதுவரை சரியாகப் புரிந்து கொள்ள முடியவில்லை. சில உண்மைகள், இதுபற்றிய ஓர் அனுமானத்திற்கு வர உதவுகின்றன. அவை: பாக்டீரியாக்கள் சர்கேடியன் தாளமுறையைப் பெற்றிருக்கவில்லை; அவற்றிற்கு மைட்டோ காண்ட்ரியாக்கள் கூட இல்லை. இதுவரை பிரித் தெடுக்கப்பட்ட மைட்டோ காண்ட்ரியாக்களில் சர்கேடியன் தாளமுறை இருப்பதாக இதுவரை யாருமே கூறவில்லை. எனவே எந்த ஒரு சலனத்தை ஏற்படுத்த வேண்டுமானாலுங் கூடக் குறிப்பிட்ட அளவிற்குக் கண்டிப்பாக அவை சிக்கலுற்ற தாக இருக்கும். எனவே உண்மையில் சர்கேடியன் தாளமுறை, பரிணாம அளவில் ஏற்பட்டதாகவும் இருக்கும்.

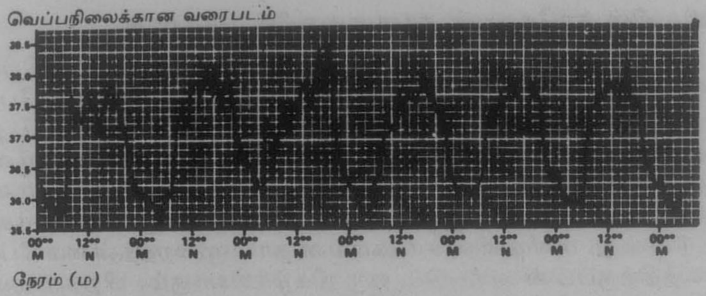
அத்தியாயம் 9

மனித சர்கேடியன் தாளமுறை

மனிதனிடமும் சர்கேடியன் தாளமுறையின் பண்புகள் உள்ளன. நூற்றுக்கும் மேற்பட்ட மனித உடலியல் செயல்பாடுகள் இந்த 24 மணி நேரம் என்ற தாளமுறையிலேயே செயல்படுகின்றன. இவற்றில் பல பணிகள் சர்கேடியன் தாளமுறைக் கூறுகளைத் தம்மகத்தே கொண்டுள்ளன. சமீபகாலமாக அமெரிக்கா, இங்கிலாந்து மற்றும் ஜெர்மனி போன்ற பல நாடுகளில் மனித சர்கேடியன் தாளமுறைபற்றி ஆராய்ச்சிகள் அதிக அளவில், தீவிரக் கட்டுப்பாட்டில் மேற்கொள்ளப்படுகின்றன.

இயற்கையான குகைகளில் வாழ்ந்த மனிதனின் தூக்கம், விழிப்புப் பற்றிய ஆய்வே மிகத்தொன்மையான ஆராய்ச்சியாகும். நத்தானியல் கிளிட்மேன், புருஸ் ரிச்சட்சன் எனும் இரு அமெரிக்கர்கள் கொண்டுகியில் உள்ள பெரிய குகைகளில் 28 மணி நேரம் எனும் நாள் கணக்கில் 32 நாட்கள் இருந்தார்கள். முதன் முதலில் மிக அதிக நாட்கள் கைகடிகாரமும் இல்லாமல் குகையில் தங்கியவர் என்ற பெருமை சிப்ரி என்பவரைச் சாரும். 61 நாட்கள் தங்கி இருந்து உறங்கப் போகும் போதும் விழித்த பின்பும் தொலைபேசியில் வெளியிலிருப்பவர்களுக்குத் தெரிவித்தார். அவர் உறங்கி-விழிக்கும் தன்மை தாளமுறைப்படி அமையாவிட்டாலும் அவரது நாள் என்பது 24.5 மணி நேரம் எனத் தொடர்ந்தது.

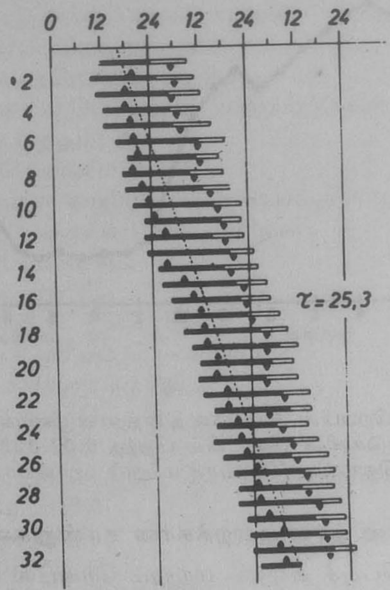
1845இல் டேவி என்பவர் இராயல் கழகத்தில் சமர்ப்பித்த ஓர் ஆய்வுக்கட்டுரையிலிருந்து மனித உடலின் வெப்பநிலை பற்றிய தினசரி தாளமுறை, அறியப்பட்டு வருகிறது. தற்போது மனிதனிடம் உடல் வெப்பநிலையின் சர்கேடியன் தாளமுறை ஒரு குறிப்பிட்ட ஒழுங்கில் உள்ளது என்பது உறுதி செய்யப்பட்டுள்ளது. மதுரை காமராசர் பல்கலைக்கழகத்தின் ஆய்வுக் கூடத்தில் நடைபெற்ற ஆய்வில் 26 வயதுடைய ஆரோக்கியமான ஒரு இளைஞரின் உடல்வெப்பநிலை அளவு பற்றி, படம் 54-இல் கொடுக்கப்பட்டுள்ளது. இதுபற்றிய ஆய்வு இயல்பான ஒரு நாளில், சுதந்திரமான நிலையில் நடத்தப்பட்டது. இங்கு இடைப்பட்ட மணிநேர அளவு சரியாக 24 மணி நேரமாக இருந்தது. மனிதனிடம் எந்தவித நேரங்காட்டியும் இல்லாத நிலையில் உடல்வெப்ப தாளமுறை 25 மணி நேரமாக இருக்கும். ஜெர்மன் நாட்டு எர்லிங் என்ற இடத்தில் உள்ள மேக்ஸ்-பிளாங் நிலைய நடத்தைச் செயலியல் (Beha-



படம் 54:

மதுரையில் நடந்த சோதனையில் 26 வயது ஆரோக்கியமான இளம் ஆணின் வெப்பநிலைக்கான வரைபடம், சாதாரண சமூகநாளின் கணக்கில் அவரது நாளும் இருந்தன. தினமும் 24 மணி என்ற அளவில் கால இடைவெளி தரப்பட்டிருந்தது. (சந்திரசேகரன், 1979).

vioural physiology) ஆய்வகத்தில் அடைக்கப்பட்ட கூட்டில் 33 நாட்கள் இருந்த ஒருவரது உடல் வெப்பம் மற்றும் தூக்க-விழிப்புத் தாளமுறைபற்றி, படம் 55-இல் விளக்கப்பட்டுள்ளது.

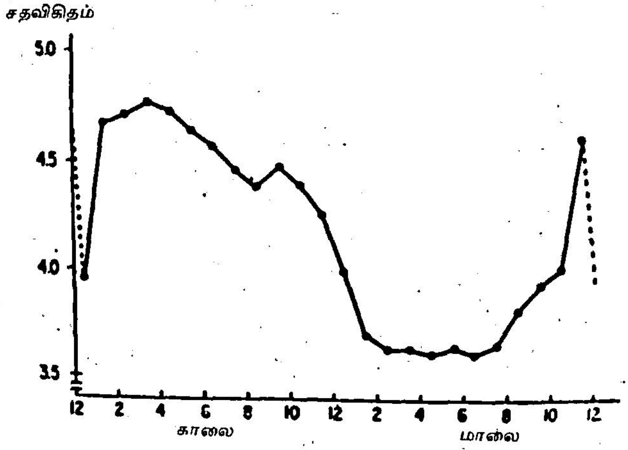


படம் 55:

33 நாட்கள் தனிமையில் வாழ்ந்த ஒரு மனிதனின் உடல் வெப்பநிலை மற்றும் தூக்க-விழிப்பு நிலையில் ஏற்பட்ட தாளமுறைக்கான வரைபடம். கறுப்புக்கோடுகள் விழிப்பைக் குறிக்கின்றன. (வீவர், 1979).

மனிதனின் சர்கேடியன் தாளமுறையின் தோற்றம்:

மனிதப் பிறப்பிலும் ஒரு தினசரி அளவீட்டுத்திறன் காணப்படுகிறது. சுமார் இலட்சம் குழந்தைகளின் பேறு காலத்தை ஒப்பிட்டுப் பார்க்கும்போது இது அறியப்பட்டது. அதாவது உச்சகட்டப் பேறுகாலம் என்பது காலை 3.00 மணி முதல் 4.00 மணி வரையும் மாலை 1.00 முதல் 8.00 மணி வரையும் உள்ளது. இதுபற்றிப் படம் 55-இல் விளக்கப் பட்டுள்ளது. மனிதனில் சர்கேடியன் தாளமுறைத்தன்மை பேறு காலத்திற்குப்பின் ஏற்படும் ஒரு நிகழ்ச்சியாகும். பிறந்த குழந் தையும் 1 மணி நேரச் செயல்/ஓய்வு சுழற்சியில் இருந்து யுட்ரே டியன் (24 மணிக்குக் குறைவான) தாளமுறையைக் கைக்கொள் கிறது. குழந்தைக்கு, 4 மாதம் ஆனபிறகே 24 மணி நேரம் என்ற சர்கேடியன் தாளமுறை, ஏற்பட ஆரம்பிக்கிறது.



படம் 56:

மனிதக்குழந்தைப் பிறப்பின் பேறுகால தினத்தாளமுறைக்கான வரைபடம். 1848-1960 ஆண்டுகளின் இடையில் பிறந்த 6,01,222 பிள்ளைப்பேறு பற்றிய செய்தித் தொகுப்பு. (கேய்சர் மற்றும் ஹால்பர்க், 1962).

மனித சர்கேடியன் தாளமுறைக்கான சான்றுகள்:

தூக்க-விழிப்புச் சுழற்சி மற்றும் ரெக்டல் வெப்பநிலைத் தாளமுறை, இவற்றின் அடிப்படையில் மனித சர்கேடியன் தாள முறையை இரண்டு அல்லது பல சலனத்தோற்றுவிப்பான்கள் கட்டுப்படுத்துகின்றன. நாம் வாழும் சமுதாயத்தில் ஒரு நாள் எனும் 24 மணி நேரம், இந்த இருதாளமுறைகளையும் ஒன்றாகக் கொண்டுள்ளது. ஆனால் 30 சதவிகித மனிதர்களில் இவ்விரு

தாளமுறைகளும் உள்ளன. அவர்களைக் குகை அல்லது கூட்டிற்குள் தனிமைப்படுத்தும்போது இவை தணிந்துவிடுகின்றன.

1984-இல் நேச்சர் எனும் அறிவியல் இதழில் ஒரு ஆய்வுக் கட்டுரை வெளிப்பட்டிருந்தது. அதில் ஆண்களின் வெப்ப சர்கேடியன் தாளமுறை, 24 மணி என்ற கால அளவிற்குள் நெருங்கி இருப்பின் அது வேலை மாற்றத்தைச்சரியாகச் செய்யும் திறன் பெற்றிருக்கிறது. மாறாக அதே ஆண்களிடம் 24 மணி நேரக் கால அளவிலிருந்து வேறுபட்டதாக இருப்பின் அது வேலை மாற்றத்தைச் செய்ய இயலாத நிலையைப் பெற்று அவர்களுக்கு அழுத்தம் மற்றும் பல மருத்துவ அறிகுறிகளைத் தோற்றுவிக்கின்றன.

மனித தாளமுறைக்கான எல்லாவித விளக்கங்களையும் இதுபோன்ற நூல்களில் அளிப்பது என்பது இயலாத காரியமாகும். கீழே தரப்பட்டுள்ள உடற்செயலியல் முறைகள், 24 மணி நேர சர்கேடியன் தாளமுறைகளுக்குப் போதுமான சான்றுகளாக அமையும்.

செயல்பாடு/ஓய்வுநிலைச் சுழற்சி,
அட்ரினலின் செயல்பாடு,
அல்டோஸ்டிரோன் தயாரிப்பு,
விழிப்புணர்வு/மோட்டார் மற்றும் நினைவுச் செல்,
இரத்த அழுத்தம்,
மூளைச் செயல்பாடு,
சிறுநீரிலுள்ள கால்சியம்/சோடியம்/பொட்டாசியம்,
இருதய வாஸ்குலார் செயல்திறன்,
கேட்டிகோலமைன்,
கார்டிஸோல்,
ரினல் பணி,
எண்டோகிரையம் செயல்பாடு,
கொனடல் ஹார்மோன்,
வளர்ச்சி ஹார்மோன்,
இதயத்துடிப்பின் அளவு,
மெலாடோனின்/கிரோடோனின் மாற்றம்,
ரீனின் வெளியீடு,
தைரோட்டிரோபின்,
இஸ்னோபில் அடக்கம்,
எத்தனால் உருமாற்றம்/தாங்குதிறன்,
நார் அட்ரினலின்,
புரோலாக்டின்,
கேஸ்ட்ரோ இன்டஸ்டைனல் தாளமுறை,
இன்சுலின் அளவு,

ஒஸ்ட்ரோடியால்,
ஒட்டுண்ணிகள்,
பிட்யூட்டரி செயல்பாடு,
பைனியல் சுரப்பி நீர் மற்றும் அதன் செயல்பாடுகள்,
நாடித்துடிப்பின் அளவு,
உமிழ்நீர்ச் சுரப்பு,
இ. இ. ஜி.,
தைராக்சின்,
டெஸ்டோஸ்டிரான் அளவு முதலியன.

இவற்றைக்காணும்போது மனித உடல் ஒரு (உயிரியல்) கடிகாரக் கடைபோலக் காட்சிதருகிறது.

மருத்துவப் பயன்கள்:

சர்கேடியன் தாளமுறையின் ஆராய்ச்சி முடிவுகள், மனித மருத்துவ முறையில் மிகவும் குறைந்த அளவே பயன்படுத்தப் படுகின்றன. இதற்குப் பல காரணங்கள் உண்டு. அவற்றில் ஒன்று சர்கேடியன் தாளமுறையின் முக்கியத்துவத்திற்கு ஏற்ப அதனை மேற்கொள்ளும் மருத்துவர்கள் இல்லாமையாகும். ஒரு நாளில் மூன்று வேளைகள் உட்கொள்ளும்படியாகவே மருந்து கள் எழுதித்தரப்படுகின்றன.

கால உயிரியல் (**Chronobiologist**) அறிஞர் எஃப். ஹெல் பர்க் (சர்கேடியன் எனும் வார்த்தைஸ்யை உருவாக்கியவர்), இதுகுறித்து, ''ஒரு நாளின் மூன்று வேளை மிரட்டி அபகரித் தல்' என்ற தலைப்பில் உரையாற்றியுள்ளார். மற்றொரு காரணம் மருந்துகள் பற்றிய ஆராய்ச்சிகள் யாவும் விலங்கு களிலேயே அதிகம் நடந்துள்ளன. அவற்றின் பயன்கள் யாவும் இன்னும் மனிதனில் அதிகமாகப் பயன்படுத்தப்படவில்லை.

காலை வேளையில் உடலின் மேல்தோல் வழியாக இழக்கப்படும் மிகக்குறைந்த வெப்பநிலையை அளவிட்டால் அதன்மூலம் காய்ச்சலின் இறுதிநிலையைச் சரியாகக் கணக்கிட முடியும் என்பதைத் தற்போதைய மருத்துவ விஞ்ஞானிகள் ஏற்றுக்கொண்டுள்ளனர். அட்ரினோகார்டிகல் வேலை சம்பந்த மான நோய் ஏற்பட்டால் அது 'குஷ்ங் நோய்' எனப்படும். கார்டிசோல் உடைய பிளாஸ்மாவின் அடர்த்தியில் மாற்றம் ஏற்படுவது இதன் ஓர் அறிகுறியாகும். பணியிலிருந்து ஓய்வு பெறுவதற்கு முன் இரத்தத்தைப் பரிசோதிப்பதே இந்த நோய் பற்றி அறிவதற்குச் சிறந்த காலமாகும். அதேபோல யானைக் கால் நோயை ஏற்படுத்தும் (**Filariasis**) நுண்ஃபிளேரியல் கிருமி யின் லார்வாக்களைப் பெற அந்நோய் பாதித்த நோயாளி களிடமிருந்து இரவு நேரத்தில் இரத்தத்தை எடுப்பதே மிகச் சிறந்தது என்பது அனைவரும் அறிந்த ஒன்றாகும். இந்தக் கிருமி

லார்வாக்கள் இரத்தத்தில் கலந்திருப்பதால் இரத்தத்தை உறிஞ்சும் கொசுக்கள் (**Culex sp.**) அவற்றை மற்ற மனித னிடத்துப் பரப்புகிறது.

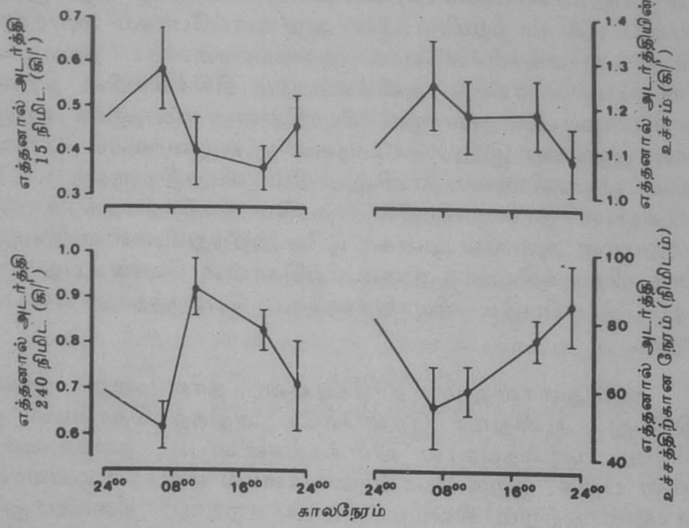
மனிதனில் ஏற்படும் நோய்களுக்குரிய அறிகுறிகளை முன் கூட்டி அறியும் கருவியாக அவனது சர்கேடியன் தாளமுறை யைப் பயன்படுத்த முடியுமா என்பது குறித்து ஆய்வுகள் தற் போது நடைபெற்று வருகின்றன. அப்படியானால் மனிதன் நல்ல ஆரோக்கிய நிலையில் இருக்கும்போது அவனது சர்கேடி யன் தாளமுறை ஏற்கனவே பதிவு செய்யப்பட்டிருக்கவேண்டும். இப்படி ஒரு மனிதனின் சுயதாளமுறையைக் கணக்கிடச் சுய தாளமுறைமானி (**Auto-rhythmometry**) பயன்படுகிறது. இந்தக் கணக்கீட்டில் மாற்றமிருப்பின் அது வரப்போகும் ஆபத்தான வியாதிக்கு எச்சரிக்கையாக அமையலாம். சுய தாளமுறை மானியைக் கொண்டு அளிக்கப்படும் சிகிச்சையின் திறனை அளவிட முடியும். ஆனாலும் வியாதிக்கான நம்பத்தக்க அறிகுறி யினை இதுவரை இந்தச் சர்கேடியன் தாளமுறையைக் கொண்டு அறிய முடியவில்லை. எனினும் சில வியாதிகளுக்கு மட்டும் சர்கேடியன் தாளமுறையில் ஏற்படும் மாற்றத்தைக்கொண்டு போதுமான அளவில் முன்கூட்டியே அறிந்துகொள்ள இயலும். இங்கு மிகமுக்கியமாக நினைவிற்கொள்ள வேண்டியது, இது அடிபட்டு ஏற்படும் வியாதிகளுக்குப் பொருந்தாது என்பதே யாகும்.

ஆஸ்துமாவிலும் சர்கேடியன் தாளமுறை காணப் படுகிறது. ஆஸ்துமா இரவிலேயே அதிகத் தொல்லை தரு கின்றது. முந்தையகால விளக்கங்களின்படி, தலையணையி லுள்ள பஞ்சு, இறகு போன்றவைகளால் ஏற்படும் ஒவ்வாமை களாலும் மற்றும் கிடைமட்டமாக உறங்கும் நிலையாலுமே ஆஸ்துமா ஏற்படுகிறது என அறியப்பட்டது. காற்று நுண் குழலின் (**Bronchi**) அளவில் சர்கேடியன் தாளமுறை மூலம் சுருக்கமும் விரிவும் ஏற்படுத்தும் விளைவே ஆஸ்துமாவிற்கான காரணம், எனத் தற்காலத்திய ஆய்வு விளக்குகிறது. நுரையீரல் காற்றை உட்சுவாசிக்கும்போது உள்ளே செல்லும் அசுத்தத் துகள்கள் சளியின் மீது பட்டு ஒட்டிக்கொள்ள, அது இருமலின் போது வெளியேறுகிறது. ஆஸ்துமா தாளமுறை ஏற்பட மற்றொரு காரணம் அட்ரினல் சுரப்பியால் சுரக்கும் கார்டி சோல் சுரப்பியில் சர்கேடியன் தாளமுறை ஏற்படுத்தும் விளை வாகும் என்றும் கூறலாம். இரவில் இந்த இயற்கையான கார்டி சோல் சுரப்பியின் குறைவான அளவு ஆஸ்துமாவை ஏற்படுத் தலாம். ஆனால் இது எல்லாவற்றிற்கும் பொருந்தாது. மிகவும் ஏற்றுக்கொள்ளத்தக்க விளக்கம் யாதெனில், இரவு நேர

அட்ரினலின் உற்பத்தி, காற்று வழியைக் குறுக்கி, தாக்கத்தை ஏற்படுத்துவதே.

காலமருந்தியல் அல்லது காலச்சிகிச்சை:

மருத்துவத்துறையின் முக்கிய துணைப்பிரிவாக இது மாறி வருகிறது. மனிதனின் உடல் பாகங்களும் அதன் பணிகளும் பல்வேறுபட்ட உயிரியல் கடிகாரத்தினால் ஆளப்படுகின்றன மையால், அவற்றின் துணையால் மருந்துகள் செயல்படும் சரியான நேரத்தை நிர்வகிப்பது மிகவும் முக்கியமாகும். மருந்துகளின் செயல்பாடு தனக்குள்ளாகவே சர்க்கேடியன் தாள முறையைக் கொண்டுள்ளது, (படம் 57, பார்க்க) என்பது இதன்



படம் 57:

மனிதன் சாராயத்திற்கு அடிபணியும் சில இரவு-பகல் அளவீட்டிற்கான முறைகள். *0.07* கிராம்/கிலோ என்ற அளவில் *07.00, 11.00, 19.00* மற்றும் *23.00* மணி எனும் நேரங்களில் உட்கொள்ளப்பட்ட எத்தனால் அளவு. இதன்பிறகு *15, 30, 60, 90, 120, 240* மற்றும் *480* நிமிட நேரத்திற்குப்பின் இரத்தம் பரிசோதனைக்கு எடுக்கப்படுகிறது.

மேலே இடது = எத்தனால் உட்கொண்ட *15* நிமிடங்களுக்குப் பின் இரத்தத்தில் எத்தனால் அடர்த்தி.

கீழே இடது = *240* நிமிடத்திற்குப்பின்

மேலே வலது = எத்தனால் அடர்த்தியின் உச்சம்.

கீழே வலது = இரத்தத்தில் எத்தனால் அடர்த்தியின் உச்சத்திற்கான நேரம். (ரெயின்பர்க், *1976*).

மூலம் புலனாகும். வாய்ப்புற்றுநோய்க்கான சிகிச்சை அளிக்கும் போது கூட அந்த மருந்தை உட்கொள்ளும் அந்த நாளின்,

அந்தக் குறிப்பிட்ட நேரமே மிக முக்கியமானதாகும். லூக்கே மியாவுடன் கூடிய சுண்டெலிகளில் புற்றுநோய்ச்செல்கள் மருந்தை ஏற்றுக்கொள்ளும் நேரம் மாலை சுமார் 6.00 மணியாகும். மாலை இதே நேரத்தில் அது மற்றச் சக்தியைப் பெறுகின்றது. கல்லீரலில் இம் மருந்துகள் உருமாற்றம் பெறும் நேரமே கல்லீரல் செயல்பாட்டின் மிகக்குறைவான காலமாகும். உருமாற்றம் பெறாத மருந்துகள் சிறுநீரகத்தால் சுத்திகரிக்கப்படும் போது 'குளோமெருலார்' செயல்பாடு குறைவான நேரத்தில் இருக்கிறது. ஒவ்வாவை காய்ச்சல் **(Hay fever)** போன்ற ஒவ்வாமை நோய்களுக்கான சிகிச்சைகளில், மருந்துகள் செயல்பாட்டு நேரம் பற்றிய ஆய்வு மிக முக்கியப் பயனுடையதாகும். சிலருக்குப் புற்களின் மகரந்தங்களும், வீட்டின் அசுத்தத் துகள்களும் ஒவ்வாமையை ஏற்படுத்தி அவற்றை எதிர் நச்சுப் **(Antibodies)** பொருளாக மாற்றுகின்றன.

ஒவ்வாமையை ஏற்படுத்தும் எல்லாவற்றிற்கும் பொதுவாக ஒவ்வாமைப் பொருட்கள் **(Allergens)** என்பர். இதற்குப் பணியும் மனிதனின் நிலை, மணிக்கு மணி வேறுபடும். ஹிஸ்டமைனின் தடையால் ஏற்படும் ஒவ்வாமைச் செயலை, செல்கள் வெளியிடும் எதிர் ஹிஸ்டமைன் போக்குகிறது. காலை சுமார் 7.00 மணி அளவில் இதன் செயல் மிகுதியாக இருக்கும்.

மாற்று உறுப்பு அறுவை சிகிச்சைகளில்கூட சர்கேடியன் தாளமுறை மிக முக்கியப் பங்கு வகிக்கிறது. இம்மாற்று உறுப்பு, ஒவ்வாமல் போய் நீக்கப்படுவது அல்லது தள்ளப்படுவதே இவ்வறுவைச் சிகிச்சையிலுள்ள மிகப் பெரிய தடையாகும். இதற்குக் காரணம் உறுப்பிற்குரிய, சில தடுப்புச் செல்கள் சர்கேடியன் முறையில் செயல்படுவதேயாகும். இத்தடுப்புச் செல்களின் தடுப்புத்திறன் தாளமுறையைக் குறைவாகக் கட்டுப்படுத்தும் போது, மாற்று உறுப்பை உடல் மறுதலித்து விடுகிறது. மாறாகப் புதுமையான முறையில் இதன் தடுப்புத்திறனை வலுவிழக்கச் செய்கின்றபோது மாற்று உறுப்பு அறுவைச் சிகிச்சையை வெற்றிகரமாக மேற்கொள்ள முடிகிறது.

சர்கேடியன் தாளமுறையும் மனோதத்துவமும்:

மனித மன உளைவுக்கான **(depression)** ஒரு காரணகர்த்தாவாகச் சர்கேடியன் தாளமுறையைக் கொள்வது கடந்த 20 ஆண்டுகளில் ஏற்பட்ட கருத்தாகும். கீழே தரப்பட்டுள்ள 4 மருத்துவ மனநலக் குறிப்புகள் மனித மன உளைவுடன் சர்கேடியன் தாளமுறையின் சம்பந்தத்தை விளக்குகின்றன. அவை;

1. விடியற்காலையில் விழிப்பது
2. நோய் அறிகுறியின் தீவிரத்தில் உள்ள இரவு பகல் வேறுபாடு

3. கால மாற்றங்களின் (**Seasonality**) தாக்கம்
4. வியாதிச் சுற்று, என்பனவாகும்.

விடியற்காலையில் விழிப்பது உள்ளார்ந்த மன உளைவு அதாவது எண்டோஜினஸின் (**Endogenomorphic**) முக்கிய பண் பாகும். மன உளைவு தனக்குத்தானே திடீரென வெளிப் படுத்தும் ஒரு வெளிப்பாடாக உள்ளது. மாறாக இது இயற்கைப் பேரழிவுகள், குடும்பத்தில் மரணம் போன்ற வேறு எந்த வெளிக் காரணங்களாலும் ஏற்படுபவை அல்ல.

மன உளைவு பொதுவாக காலையில் தீவிரமாக இருந்து மேலும் அது தொடர்ந்து நாள்முழுவதும் நீடிக்கிறது. கால மாற்றத்தால் ஏற்படும் மன உளைவு பொதுவாகக் குளிர்ப் பிரதேச நாடுகளில் அதிகமாக உள்ளது. இதற்குக் காரணம் இந்தியா மற்றும் வெப்பமண்டல மூன்றாம் உலகநாடுகளில் இதுபற்றி மிகக்குறைவாகவே ஆராய்ந்துள்ளனர். மனவுளைவு கொண்டவர்களுக்கு ஏப்ரல் மாதமே மிக மோசமான மாதமாகும். மனஉளைவு நோயாளிகள் மருத்துவமனையில் சேர்வதும், மின் அதிர்வுச் சிகிச்சைக்குப் பலர் வருவதும், தற்கொலை செய்துக் கொள்வதும் குளிர் மற்றும் வசந்தகாலத்தி லேயே ஏற்படுகின்றன.

மனஉளைவின் காலமாற்ற விதம் விலங்குகளின் ஒளிக் காலத் தோற்றத்தைப் போன்றதாகும். உள்ளார்ந்த மன உளைவில் உள்ள மனிதனின் சர்கேடியன் அமைப்பு, சாதாரண நாளின் 24 மணி நேரம் என்ற கால அளவைப் பெற்றுள்ளது. சான்றாக ஒரு மனிதனிடம் சர்கேடியன் தாளமுறை 23 மணி என்ற கால அளவில் (தூங்கி—விழிக்கும் நேரத்தில்) இருந்தால் அது மன உளைவை ஏற்படுத்தலாம். மன உளைவுக்கு ஆட்பட்டு உள்ளவர்கள் அதிலிருந்து விடுபடப் பழங்காலத்திலிருந்தே இலத்தியம் (**Carbonate**) உப்பை உட்கொள்வார்கள். 10 வருடங்களுக்கு முன் இதே இலத்தியம் உப்பு தாவரப் பூ இதழ் களின் மலர்ச்சி மற்றும் சுண்டெலியின் ஓட்டத்திறன் ஆகிய வற்றிலுள்ள உயிரியல்தாளமுறையைக் குறைப்பது ஏற்கனவே விளக்கப்பட்டுள்ளது. இதேபோன்ற மன உளைவு நிலை மனிதனில் ஏற்பட்டால் அவனது 23 மணி நேரம் என்ற தாள முறை, இலத்தியம் உப்பைக்கொடுப்பதால் மேலும் 1 மணி நேரம் கூடுகிறது. பிறகு அவனது உயிரியல் கடிகாரம் பத்து நாட்களுக்கு 24 மணி எனும் பொதுவான நாளின் கால அளவை மீண்டும் பெற்றுவிடுகிறது. இதுபோன்று மீண்டும் ஏற்படுவது மன உளைவிலிருந்து விடுபடுவது போலத் தனக்குத் தானே திடீரென்று ஏற்படுகிறது.

தூக்கத்தைப் பிடுங்கிக்கொள்வதால் உள்ளார்ந்த மன உளைவைச்சரியாக்க முடியும் எனச்சில காலங்களுக்கு முன்

கூறப்பட்டது. மன உளைவுக்கான சிகிச்சையின்போது, உறக்கத்திலிருக்கும் நோயாளிக்கு இமையளவாவது விழிப்பு ஏற்படுத்திச் சிகிச்சை அளிக்கப்படுகிறது. இந்த மன உளைவுக் கான சர்கேடியன் தாளமுறை இருள்/ஒளி சுழற்சியைப் போல மீண்டும் அமைக்கப்படுகிறது. நோயாளியின் உயிரியல் கடிகாரத்தை 24 மணி என்ற அளவில் அவனது சுற்றுச் சூழலுக்கு ஏற்ப மீண்டும் ஏற்படுத்தலாம். இதுவும் ஒருவிதச் சிகிச்சையே. இந்த உண்மைகள் யாவற்றையும் பயன்படுத்துவதற்கு முன் முழுமையாக ஆராய்ச்சி செய்வது மிக மிக இன்றியமையாத தாகும்.

சர்கேடியன் தாளமுறையும், வேலை மாற்றமும்:

நேரமாற்ற வேலை (Shift work) இரவு நேரங்களில்பணி புரிவது என்பன தற்போது சமுதாய, பொருளாதார, தொழில் நுட்பமான காரணங்களால் அதிகமாகி வருகின்றன. இவற்றில் பல விதங்கள் உள்ளன. காலை, மதியம், இரவு, ஒழுங்கற்ற நேர மற்றும் சுற்றுகளில் ஒன்று அல்லது இரண்டு நாட்களுக்குச் செய்யப்படும் வேலை முதலிய நேர மாற்றங்கள் பலவகை உள்ளன. இவ்வாறு வேலைநேர மாற்றங்களில் பணிபுரிவோர் க்கு அதிகமாக வயிறு சம்பந்தமான நோய்கள் ஏற்படுகின்றன. ஆனால் சில நேரங்களில் மற்றவர்களைவிட வேலை நேர மாற்றப் பணியாளர்களுக்கு அனுகூலங்கள் பல உள்ளன. உயிரியல் தாளமுறையுடன் வேலைநேரமாற்றப் பணியாளர் களின் சம்பந்தம் குறித்துத் தற்போது பல ஆய்வுகள் நடக் கின்றன. இத்தகைய பணிகளில் (Shift work) பல சேதங்கள் குறிப்பாகச் சமுதாயத்தைவிட்டுத் தனித்து இருப்பது போன்ற நிலையும், அசதி ஏற்படுவது போன்ற நிலையும், தூக்கமின்மை யும் ஏற்படுகின்றதெனக் கருதப்படுகிறது. இரவுநேரப் பணி யாளர்களின் பணித்திறனிலும் குறைவு ஏற்படுகிறது. இத்தகுப் பணியாளர்களின் சர்கேடியன் தாளமுறை, ஒரு சரியான அமைப்பின்றி மண்டல நேரப்பெயர்ச்சிக்குப்பிறகு அதேபோல மாறுபடுகிறது. எனவே தற்போதைய விளக்கத்தின்படி வேக மான அல்லது மெதுவான சுற்று வேலை நேரமாற்றுமுறை நல்லதே என்று சொல்வதற்கில்லை.

சர்கேடியன் தாளமுறையும், மண்டல நேரப்பெயர்ச்சியும்:

வேகமான காற்று வெளிப்பயணம் மண்டல நேரப் பெயர்ச்சியில் முக்கிய பங்குவகிக்கிறது. இதன் தொடர்ச்சி யாக, உள்ளார்ந்த (Endogenous) மற்றும் வெளியார்ந்த (Exogenous) தாளமுறைக்கூறுகளுக்கிடையே ஒற்றுமை இல்லாமை ஏற்படுகிறது. உள்ளார்ந்த தாளமுறைகூடச் சில

நேரங்களில் உலகத்துடன் இயைந்த புதிய நேர மண்டலத்திற்குத் தன்னை மாற்றிக்கொள்ளும். இப்படித்தன்னை மாற்றிக்கொள்ளும்போது அந்த உள்ளார்ந்த தாளமுறைக்கூறுகள் டிரான்ஸ் மெரிடியன் டிஸ்குரோனிசம் என்ற தன்மையைக் காட்டுவதுடன் தங்களுக்குள்ளாகவே பொதுவாகக் கஷ்டப்படுகின்றன. இதையே ஜெட்லாக் என்ற புகழ்பெற்ற வார்த்தை குறிக்கிறது. இந்தப் பிரிவிலான ஆராய்ச்சிகள் வான்வெளி மற்றும் காற்று வெளிப் பயணத்துடன் சம்பந்தமானவை என்னும் அடிப்படையில், நேரடியாகவும், பிறதூண்டுதல்களாலும் நடத்தப்படுகின்றன.

மேற்கு நாடுகளை நோக்கிய நீண்ட விமானப் பயணத்திற்குப் பிறகு, உண்மையான கடிகார நேரத்தைவிட்டு மிகவும் பின்தள்ளிய நிலையில் பிற்பகல் நேரங்களில் பயணிகள் அதிக அசதியை உணர்வதுடன் புதிய நள்ளிரவு நெருங்கும்போது விழிப்பு ஏற்படுவதை உணர்கிறார்கள். மாறாகக் கிழக்கத்திய நாடுகளை நோக்கிய பயணத்தில் (இங்குச் சூரியன் முன்னதாகவே மறைந்துவிடும்) கடிகாரநேரம் மிகவும் முன்னோக்கிச் செல்வதால் அந்நாட்டு மண்டல நேரத்திற்கு ஏற்பப் பயணிகள் போட்டியிட வேண்டியிருக்கிறது. இப்பயணிகள் காலையில் அதிக அசதியுடனும், மாலை துவங்கியபின் மிகவும் புத்துணர்ச்சியுடனும் இருப்பார்கள். மேற்கும் கிழக்கும் நோக்கிய விமானப் பயணங்களுக்கான நல்லவிதமான கணிப்புகளை இ·இ·ஜி· **(Electro Encephalo Graphic)** என்னும்பதிவுக்கருவி மூலம் பதிவு செய்யலாம்.

மண்டல·நேரத்திற்கு ஏற்ப மனிதனின் சர்கேடியன் தாளமுறையின் ஒத்துச்செல்லும் தகவமைப்பு, உடனடியாகச் சூழ்நிலைக்கு ஏற்ப மாற்றிக்கொள்ளப்படுவதில்லை; மாறாகச் சுமார் 8 நாட்கள் இந்தச் செயல் நடைபெறத் தேவைப்படுகின்றன. இது பற்றிய தனிம்னித சோதனைகளில் சில வேறுபாடுகள் காணப்படலாம். மேலைநாட்டுப் பயணத்தில் ஏற்படும் கால தாமதம் கீழைநாட்டுப் பயணத்தில் ஏற்படும் முன்னேற்றத்தைவிட அதிவேகமாக நடைபெறுவதாக நம்பப்படுகிறது. பல விலங்குகளில் ஆராயப்பட்ட சர்கேடியன் தாளமுறை சுவையான மற்றும் இயலக்கூடிய அதே போன்ற காலதாமத நிலை மாற்றத்தைப் பெற்றுள்ளது. இது காலதாமதமில்லாத முன்னேற்றமான நிலை மாற்றத்தைவிட மிகக்குறைந்த கால மண்டலப் பெயர்ச்சியைப் பெற்றுள்ளது. வியப்புக்குரியதும், உறுதி செய்யப்பட்டதுமான கண்டுபிடிப்பு யாதெனில், ஆகாயவிமான ஓட்டி மீண்டும் மீண்டும் மண்டல நேரப்பெயர்ச்சிக்குப் பல முறை உள்ளான போதிலும் அசதியோ, தூக்கமின்மையோ காட்டாமல் தனது திறமையில் மிகக்குறைந்த அளவே திறமை

யின்மையைக் காட்டுகிறான். போர்த்திறமையுள்ள இராணுவத்தினர்கூட மண்டல நேரக்குறுக்கீட்டின்போது நல்ல திறமையுடன் செயல்படுகின்றனர். அறிவியலாளர்களின் நம்பிக்கைபடி உயர்ந்தபட்ச நோக்கமும் மிக அவசரமான காரணமும் இராணுவ வீரர்களுக்கு அசதியினின்று மீள உதவுகின்றன.

தலைமைக்கடிகாரம்:

முக்கியக்காரணங்களுக்காகக் குறிப்பிட்ட நேரத்தில் உறக்கத்தினின்று எழவேண்டும் என்கிறபோது வேறு எந்தவிதப் புறத்தூண்டுதலும் இல்லாமல் சிலர் அந்தக் குறிப்பிட்ட நேரத்தில் சரியாக, தாமாகவே எழுந்துவிடுவர். இத்திறமைக்குக் காரணகர்த்தாவாக இருப்பதே இந்தத் தலைமை உயிரியல் கடிகாரமாகும். மனவுறக்க நேரத்தின்போது (Mesmer's) மன உறக்க நிலைக்கு ஆட்படும் மனிதரிடம் ஒவ்வொரு 35 அல்லது 51 நிமிட நேரத்தின்போதும் ஒரு இடைவேளை ஏற்படுகிறது, என்று மனோதத்துவவியலார் கண்டறிந்துள்ளனர். 1843-இல், எம். பிராம்வெல் என்பவரின் கருத்துப்படி, பொதுவாக ஆழ்மனம் உறங்கும்போது, ஏதோ ஒரு வகையான அறிவாளித்துவம் விழித்துக்கொண்டு, காலநேரத்தை அளவிடுகிறது. இது தூக்கத்தின்போது நடக்கும் வியாதி உள்ளவர்களிடம் (Somnambulists) 2,00,000 நிமிடங்கள் அல்லது பல ஆயிரக் கணக்கான நொடிகள் என வெற்றிகரமாக அளவிடப் பட்டுள்ளது.

இருபதாம் நூற்றாண்டின் ஆரம்பத்தில் இருந்த மனோ தத்துவவியலார் இத்தகைய கருத்துகளை ஏற்கவில்லை; மாறாக கே. குர்ரஸ் என்பவர்தான் ஆரம்பத்தில் மனிதனில் தலைமைக் கடிகாரம் இருக்கிறது என்ற கருத்தையே ஏற்றுக் கொண்டார். மேலும் அவர் உறக்கத்திலிருந்து விழிப்பது என்பது ஒலியினாலோ, ஒளியினாலோ பாதிக்கப்படுகிறதென்றாலும் மரபியல் காரணிகளாலேயே இவை ஏற்படுகின்றன என முடிவு செய்தார். 1917-இல் ஆர். வெப்பர் இதுகுறித்து முதல் சோதனையைச் செய்தார். இவரின் சோதனையின்படி, ஏற்கனவே குறிப்பிட்டவாறு 8 நிமிடங்களில் ஒருவரை விழித்துக்கொள்ளச் செய்ய முடியும். இதையே 4-6 முறை ஒரே இரவிற்குள் மீண்டும் மேற்கொள்ள முடியும் எனக் கண்டறிந்தார். காலமாற்றம், இரவு நேரம்கழித்து வருதல், குடித்தல் போன்ற காரணிகளில் இவற்றைச் சோதிக்க இயலாது. கிளாவுசர் என்பவர் தலைமை உயிரியல் கடிகாரத்தின் திறமை குறித்த துண்டுப் புத்தகத்தை வெளியிட்டார். 1950-இல் மனிதர்களிடையே நடத்திய சோதனையின் முடிவில், இந்த நிகழ்ச்சியைக் குறித்து மேலும் அறிவியல்பூர்வமாக ஆராயவேண்டும்

என்று அதில் அவர் குறிப்பிட்டிருந்தார். அது வெளியிடப்பட்டு 30 வருடங்களுக்குப் பின்னர்கூடத் தலைமைக்கடிகாரத்தின் பணி மற்றும் தன்மைகுறித்த அறிவியலில் இன்றும் நாம் அவர் காலத்திலேயே உள்ளோம். இந்த நிகழ்ச்சி குறித்த ஆய்வு, உறக்க ஆய்வாளர்களுக்கும், மனோதத்துவ அறிஞர்களுக்கும், உயிரியல் தாளமுறை ஆராய்ச்சியாளர்களுக்கும் மிகுந்த ஆர்வத்தை ஏற்படுத்துவதாக இருக்கிறது.

மேற்கோள் நூற்பட்டியல்

Aschoff, J., Daan, S., Gross, G.A. (eds): Vertebrate Circadian Systems, Structure and Physiology. Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg. New York (1982)

Aschoff, J., Wever, R.: Begin and Ende der tacgglichen Aktiyitact Freilebender Voegel, J. Orn. *103*, 2-27 (1962)

Ayensu, F.S., Whitfield, P.: The Rhythms of Life. Crown Publishers, Inc. New York (1982)

Barnwell, F.H.: Daily and tidal patterns of activity in individual fiddler crabs (Genus *Uca*) From the Woods Hole region. Biol. Bull *30*, 1-17 (1966)

Berthold, P., Querner, U.: Genetic basis of migratory behaviour in European warblers. Science *212*, 77-79 (1981)

Bohn, G.: Sur les mouvements oscillatoires des *Convoluta roscoffensis*, C.R. Acad. Sci. Paris. *137*, 576-578 (1903)

Brown, F.A., Hastings, J.W., Palmer, J.D.: The Biological Clock: Two Views. New York — London: Academic Press (1970)

Bünning, E.: Zur Kenntniss der endogonen Tagesrhythmik bei Insekten und Pflanzen. Ber. dt. bot. Ges. *53*, 594-623 (1935)

Bünning, E.: Die endogone Tagesrhythmik als Grundlage der photoperiodischen Reaktion. Ber. dt. bot. Ges. *54*, 590-607 (1936)

Bünning, E.: Tagesperiodische Bewegungen. Encyclopaedia Plant Physiol. Berlin — Göttingen — Heidelberg. XVII, *1*, 579-656 (1960)

Bünning, E.: Circadian rhythms and time masurement in photoperiodism. Cold Spr. Harb. Symp. Quant. Biol *25*, 249-256 (1960)

Bünning, E.: Common features of photoperiodism in plants and animals. Photochem. Photobiol. *9*, 219-228 (1969)

Bünning, E.: The Physiological Clock (revised 3rd English ed.). Springer, Berlin. Heidelberg. New York. (1973)

Bünning, E., Joerrens G.: Tagesperiodische antagonistische Schwankungen der Blau-violett and Gelbrot — Empfindlichkeit als Grundlage photoperiodischen Diapause — Induktion bei *Pieris brassicae.* Z. Naturforsch. *15*, 205-213 (1960)

Bünning, E., Schoene-Schneiderhoehn, G.: Die Bedeutung der Zellkerne im Mechanismus der endogenen Tagesrhythmik — Planta *48*, 459 (1957)

Chandrashekaran, M.K.: Persistent tidal and diurnal rhythms of locomotory activity and oxygen consumption in *Emerita asiatica* (M. EDW) Z. verg. Physiol. *50*, 137-150 (1965)

Chandrashekaran, M.K.: Phase shifts in the *Drosophila pseudoobscura* circadian rhythm evoked by temperature pulses of varying durations. J. interdiscipl. Cycle Res. *5*, 371-380 (1974)

Davy, J.: On the temperature of man. Phil. Trans. *2*, 319-333 (1845)

de Candolle, A.P.: Physiologie végétale. p. 859 (Paris 1832)

de Mairan, J.J. d'O.: Observation botanique. Hist. Acád. Roy. Sci Paris p. 35 (1729)

Enright, J.T.: Resetting a tidal clock: a phase-response curve for *Excirolana*. In: Biological rhythms in the marine environment (ed. DeCoursey, P.J.) pp. 103-114 (1974)

Frisch, K. von: Die Sonne als Kompass in Leben der Bienen. Experientia *6*, 210-221 (1950)

Gwinner, E.: Circannuale Periodik der Mauser und der Zuganruhe bei eirem Vogel. Naturwiss. *54*, 447 (1967)

Gwinner, E., Wiltschko, W.: Circannual changes in migratory orientation in the garden warbler *Sylvia borin*. Behav. Ecol. Sociobiol. *7*, 73-78 (1980)

Halberg, F.: Physiologic 24-hour periodicity: general and procedural considerations with reference to the adrenal cycle. Z. Vitam. Horm. Fermentforsch. *10*, 225-296 (1959)

Hauenschild, C.: Lunar periodicity. Cold Spr. Harb. Symp. Quant. Biol *25*, 491-498 (1960)

Hoffmann, K.: Experimental manipulation of the orientational clock in birds. Cold Spr. Harb. Symp. Quant. Biol. *25*, 379-388 (1960)

Honegger, H.W.: Zur Analyse der Wirkung von Lichtpolsen auf das Schhipfen von *Drosophila pseudoobscura*. Z. vergl. Physiol. *57*, 244-262 (1968)

Joshi, D., Chandrashekaran, M.K.: Daylight dimmer than starlight entrains the circadian rhythm of a bat. Naturwiss. *69*, 192 (1982)

Joshi, D., Chandrashekaran, M.K.: A daylight phase response curve obtained for the circadian rhythm of a bat inside a cave. Indian J. Exp. Biol. *21*, 173-176 (1983)

Joshi, D., Chandrashekaran, M.K.: Bright light flashes of 0.5 msec. reset the circadian clock of a microchiropteran bat. J. Exp. Zool. (USA) *230*, 325-238 (1984)

Kaiser, I.H., Halberg, F.: Circadian periodic aspects of birth., Ann. N.Y. Acad. Sci. *98*, 1056-1058 (1962)

Kogure, M.: The influence of light and temperature on certain characters of the silk worm *Bombyx mori*. J. Dept. Agr. Kyushu Univ. *4*, 1-93 (1933)

Kramer, G.: Uber Richtungstendenzen bei der nachtlichen Zugunruhe gekafigter Vogel. Ornithologie als biol. Wissenchaft, Festschrift für E. Stresemann, 269-283 (1949)

Lees, A.D.: Photoperiodism in insects and mites. In: Photoperiodism and related phenomena in plants and animals (ed. Withrow) Washington A.A.A.S. pp. 585-600 (1959)

Marimuthu, G.: Social behaviour and social timing of the biological clock of a tropical bat, *Hipposideros speoris* Schneider 1800 Ph.D. thesis Madurai-Kamaraj University, Madurai (1982)

Marimuthu, G., Chandrashekaran, M.K.: Social cues of a hipposiderid bat inside a cave fail to entrain the circadian rhythm of an emballonurid bat. Naturwiss. *70,* 620 (1983)

Marimuthu, G., Rjan, S., Chandrashekaran, M.K.: Social entrainment of the circadian rhythm in the flight activity of the microchiropteran bat *Hipposideros speoris.* Behav. Ecol. Sociobiol. *8,* 147-150 (1981)

Moore-Ede, M.C., Sulzman, F.M., Fuller, C.A.: The Clock That Time Us: Physiology of the Circadian Timing System. Cambridge, Mass.: Harvard University Press (1982)

Palmer, J.D.: An Introduction to Biological Rhythms. New York: Academic Press (1976)

Pandian, S., Chandrashekaran, M.K.: Rhythms in the biting behaviour of a mosquito *Armigeres subalbatus.* Oecologia *47,* 89-95 (1980)

Pardi, L., Papi, F.: Die Sonne als Kompass bei *Talitrus saltator* (Montagu) (Amphipoda — Talitridae). Naturwiss, *39,* 262-263 (1952)

Pengelley, E.T., Fischer, K.C.: Onset and cessation of hibernation under constant temperature and light in the golden mantled ground squirrel *Citellus lateralis.* Nature *180,* 1371-1372 (1952)

Pengelley, E.T., Fischer, K.C.: The effect of temperature and photoperiod on the yearly hibernating behaviour of captive golden-mantled ground squirrels (*Citellus lateralis tescorum*). Can. J. Zool. *41,* 1103-1120 (1963)

Pittendrigh, C.S.: on temperature independence in the clock system controlling emergence time in *Drosophila.* Proc. Nat. Acad. Sci. USA *40,* 1018-1029 (1954)

Pittendrigh, C.S.: Circadian rhythms and the circadian organization of living systems. Cold Spr. Harb. Symp. Quant. Biol. *25,* 159-184 (1960)

Reinberg, A.: Advances in human chronopharmacology. Chronobiologia. *3,* 151-156 (1976)

Richter, C.P.: A behaviouristic study of the activity of the rat. Comp. Psychol. Monogra. *I,* 1-55 (1922)

Roberts, S.K. De. F.: Circadian activity in cockroaches. II Entrainment and phase shifting. J. Cell. Comp. Physiol. *59,* 175-186 (1962)

Santschi, F.: Observations et remarques critiques sur le méchanisme de lóricntation chez les fourmis. Rev. Swis de Zool. *19,* 303-338 (1911)

Sripathi, K.: Light relations of the circadian rhythm in the tropical bat *Taphozous nudiventris kachhensis* Dobson (1872) under seminatural and

laboratory conditions. Ph.D. thesis. Madurai-Kamaraj University, Madurai (1982)

Subbaraj, R., Chandrashekaran, M.K.: Pulses of darkness shift the phase of a circadian rhythm in an insectivorous bat. J. Comp. Physiol. *127*, 239-243 (1978)

Subbaraj, R., Chandrashekaran, M.K.: Mirror imaging phase response curves obtained for the circadian rhythm of a bat with single steps of light and darkness. J. interdiscipl. Cycle Res. *12*, 305-312 (1981)

Sundararajan, K.S.: Circadian rhythms in the cotton plant, *Gossypium hirsutum* L. (c.v. Lakshmi). Ph.D. thesis, Madurai-Kamaraj University, Madurai

Sundararajan, K.S., Subbaraj, R., Chandrashekaran, M.K.: Shunmugasundaram, S.: Influence of fusaric acid on circadian leaf movements of the cotton plant *Gossypium hirsutum.* Planta. *144*, 111-112 (1978)

Uma, D.: Circadian rhythm in the locomotor activity of the palm squirrel, *Funambulus palmarum.* Ph.D. thesis, Madurai-Kamaraj University, Maduria (1981)

Usman, K.: Ecological and ethological studies on the insectivorous bat, *Rhinopoma hardwickei hardwickei* Gray, 1831. Ph.D. thesis, Madurai-Kamaraj University Madurai (1981)

Usman, K., Habersetzer, J., Subbaraj, R., Gopalakrishnaswamy, G., Paramanandam, K.: Behaviour of bats during a lunar eclipse. Behav. Ecol. Sociobiol. *7*, 79-81 (1980)

Wever, R.A.: The circadian system of man. Berlin Springer-Verlag (1979)

Winfree, A.T.: Integrated view of resetting a circadian clock. J. theoret. Biol. *28*, 327-374 (1970)

Winfree, A.T.: Corkscrews and singularities in fruitflies: resetting behaviour of the circadian eclosion rhythm. In: Biochronometry (ed. Menaker, M.) pp. 81-109 (1971)

பரிந்துரைக்கப்பட்ட நூல்கள்

1. Aschoff, J., (ed): *Circadian Clocks*. Amsterdam: North Holland (1965)
2. Aschoff, J., (ed): *Handbook of Behavioral Neurobiology*, Vol. 4. Biological Rhythms. Plenum Press, New York (1981)
3. Aschoff, J., Daan, S., Groos, G.A. (eds.): *Vertebrate Circadian Systems, Structure and Physiology*, Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, New York (1982)
4. Ayensu, E.S., Whitfield, P.: *The Rhythms of Life*. Crown Publishers, Inc. New York (1982)
5. Beck, S.D.: *Animal Photoperiodism*, New York: Holt, Rine-hart and Winston (1963)
6. Beck, S.D.: *Insect Photoperiodism*, New York-London: Academic Press (1968)
7. Bierhuizen, J.F. (ed): *Circadian Rhythmicity. Proc. Intern. Symp. on Circadian Rhythmicity*. Wageningen: Centre for Agricult. Publ. Documentation (1972)
8. Brown, F.A., Hastings, J.W., Palmer, J.D.: *The Biological Clock: Two Views*. New York-London: Academic Press (1970)
9. Bunning, E.: *The Physiological Clock* (revised 3rd English ed.). Springer, Berlin, Heidelberg, New York (1973)
10. Chovnick, A. (ed): *Biological Clocks*. Cold Spring Harb. Symp. Quant. Biol. 25 (1960)
11. Cloudsley-Thompson, J.L.: *Rhythmic Activity in Animal Physiology and Behaviour*. New York-London: Academic Press (1961)
12. Conroy, R.T.W.L., Mills, J.N.: *Human Circadian Rhythms*, London: Churchill (1970)
13. Danilevskii, A.S.: (Identisch mit Danilevsky.) *Photoperiodism and Seasonal Development of Insects*. Edinburgh: Oliver and Boyd (1965)
14. Engelmann, W., Klemke, W.: *Biorhythmen*. Quelle and Meyer. Heidelberg (1983)
15. Kleitman, N.: *Sleep and Wakefulness*, rev. ed. Chicago: Univ. Press (1963)
16. Lees, A.D.: *The Physiology of Diapause in Arthropods*, Cambridge: Univ. Press (1955)
17. Lofts, B.: *Animal Photoperiodism*, London: Arnold (1970)
18. Menaker, M. (ed.): *Biochronometry. Proc. of a Symposium*, Washington/D.C.: Nat. Acad. Sci. (1971)

19. Mills, J.N. (ed.): *Biological Aspects of Circadian Rhythms,* London-New York: Plenum Press (1973)
20. Minor, D.S., Waterhouse, J.M.: *Circadian Rhythms and the Human.* Wright, PSG, Bristol, London, Boston (1981)
21. Moore-Ede, M.C., Sulzman, F.M., Fuller, C.A.: *The Clock That Time Us: Physiology of the Circadian Timing System.* Cambridge, Mass.: Harvard University Press (1982)
22. Palmer, J.D.: *An Introduction to Biological Rhythms,* New York: Academic Press (1976)
23. Reiter, R.J. (ed): *The Pineal Gland.* GRC Press. Inc. Boca Raton, Florida (1982)
24. Richter, C.P.: *Biological Clocks in Medicine and Psychiatry.* Springfield/III.: Thomas (1965)
25. Samis, H.V.Jr., Capobianco. S. (ed.): *Aging and Biological Rhythsm.* Plenum Press, New York, London (1978)
26. Saunders, D.S.: *The Biological Clock of Insects.* Sci. Amer. 234(2), 114-121 (1976)
27. Suda, M., Hayaishi, O., Nakagawa, H. (eds.): *Biological Rhythms and their Central Mechanism.* Elsevier/North-Holland Biomedical Press. Amsterdam, New York, Oxford (1971)
28. Sweeney, B.M.: *Rhythmic Phenomena in Plants.* New York: Academic Press (1969)
29. Tanabe, Y., Tanaka, K., Ookawa, T. (eds.): *Biological Rhythms in Birds.* Japar Scientific Societies Press, Tokyo, Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, New York (1980)
30. Withrow, R.B. (ed.): *Photoperiodism and Related Phenomena in Plants and Animals,* Washington: Amer. Ass. Adv. Sci. (1959)
31. Wolf, W. (ed.): *Rhythmic Functions in the Living System.* Ann. N.Y. Acad. Sci. 98, 753-1326 (1962)

கலைச்சொற்கள்

அனுமான விளக்கம்	Hypothesis
ஆண்டகோணஸ்டிக்	Antagonistic
இ.இ.ஜி.	Electro Encephalo Graphic
இக்காலஜி	Ecology
இடம் பெயர்தல்	Migration
இடம் பெயர் அமைதியின்மை (சூகன்ருஹி)	Zugunruhe
இலத்தியம் உப்பு	Carbonate Salt
இல்லம் நோக்கி	Homing
உயிர் ஒளியூட்டல்	Bioluminescence
உயிர்க்காலமானி	Biochronometry
உயிர்க்காலவியல்	Biochronobiology
உயிரியல் கடிகாரம்	Biological Clock
உள்ளார்ந்த	Endogeneous
ஊடகம்	Medium
எக்லோசன் தாளமுறை	Eclosion Rhythms
எய்சென் பிரிக்குவென்ஸ்	Eigen Frequence
எதிர்நச்சு	Antibodies
ஒவ்வாமைக் காய்ச்சல்	Hey Fever
ஒவ்வாமைப் பொருட்கள்	Allergens
ஒளிக்காலத்துவம்	Photoperiodism
ஃபிளேவின்	Flavins
கடத்துவான்கள்	Transducers
கரோட்டினாய்ட்ஸ்	Carotenoids
கால உயிரியல்	Chronobiology
காலமாற்றம்	Seasonality Changes
காற்று நுண்குழல்	Bronchi
கிரியா ஊக்கி	Hormones
குறைப்பான்கள்	Suppressor
குஷிங் நோய்	Cushing's Disease
சர்கேடியன்	Circadian
சுயதாளமுறைமானி	Autorhythmometry
சூரியக் கடிகாரம்	Solar Clock
சூரியகாந்தமானியின் இயைபு	Sun Compass Orientation
செட்ஜிபர்ஸ் (மணியாளர்)	Zeitgeber (the time one)
செயல்நிறப்பிரிகை	Action Spectra
டி.என்.ஏ.	Deoxyribo Nucleic Acid
டையாபஸ்	Diapause
டையுரினல்	Diurnal

தகவமைப்பு	**Adaptation**
தலைமைக் கடிகாரம்	**Head Clock**
தற்காலிக நிலைமாற்றம்	**Transients**
தனித்தொகுப்பு	**Monograph**
துடிப்புகள்	**Pulses**
துணைச் செல்கள்	**Guard Cells**
தூக்கத்தில் நடக்கும் வியாதி	**Somnampulisum**
நடத்தைச் செயலியல்	**Behavioural Physiology**
நடமாடுவது	**Locomotor**
நாளிகை அளவி	**Hourglass Model**
நிலைப்பொறுப்பு வளைவு	**Phase Response Curve**
நிலைமாற்றம்	**Phase Shifts**
நுட்ப ஒளி	**Ultra Sound**
பகுதிப் பகலிரவு	**Semidiurnal**
பினியல்	**Pineal**
போட்டோகுரோம்	**Photochrome**
மனத்தாக்கம்	**Depression**
மனவுறக்க வசியம்	**Mesmerism**
மியுட்டன்	**Mutant**
வான் இயைபு	**Astro Orientation**
விதைக்கட்டுநிலை	**Sporulation**
வெளியார்ந்த	**Exogenous**
வேலைமாற்றப்பணி	**Shift Duty**
ஹோக்லேண்ட் கரைசல்	**Hoagland Solution**

குறியீடுகள்

τ	**(tau)**	=	உயிரியல் தாளமுறையின் காலம்
T		=	செட்ஜிபீரின் காலம்
α	**(alpha)**	=	செயல்பாட்டு நேரம்
Q	**(phi)**	=	உயிரியல் சலனத்தின் நிலைக்கோணம்
ϱ	**(rho)**	=	ஓய்வு நேரம்
Ψ	**(psi)**	=	உயிரியல் சலனம், செட்ஜிபீர் இவற்றிற்கு இடையே உள்ள நிலைக்கோண வேறுபாடு
Δ	**(delta)**	=	நிலைமாற்ற அளவு

உயிரினப் பெயர்கள்

அசிட்டோபுளேரியா	**Acetabularia**
அப்லைசியா	**Aplysia**
ஆம்பிபோட்	**Amphipods**
அவோடஸ் டிரைவைகேடஸ்	**Aotus trivigatus**
அனமூரான் (நண்டு)	**Anomuran**
ஆக்ஸாலிஸ்	**Oxalis**
ஆர்மிஜிரிஸ் சபல்பேட்டஸ்	**Armigeres subalbatus**
இடுசுங்காரியன் ஹேம்ஸ்டர்	**Djungarian hamster**
இயுனிக் விரிடிஸ்	**Eunice viridis**
இரைனோபோமா ஆர்ட்விக்கி	**Rhinopoma hardwickei**
இலுரெஸ்தெஸ் டினுயிஸ்	**Leuresthes tenuis**
ஈஸ்டர்லைன் அங்குஸ்	**Esterline angus**
ஊடோகோனியம்	**Oedogonuim**
எக்ஸிரோலேனா சில்டோனி	**Exciroloana chiltoni**
எண்ரோலோபியம் சமோன் (தூங்குமூஞ்சி மரம்)	**Enterolobium saman**
எபிமைரோப்டிரா	**Ephemeroptera**
எமிரிட்டா ஆசியாட்டிகா (நண்டு)	**Emerita asiatica** **Emerita talpoida**
ஐஸோபோட்ஸ்	**Isopods**
ஒசிபோடா	**Ocypoda**
ஃபுனாம்புளஸ் பால்மரம் (அணில்)	**Funambulus palmarum**
ஃபிளேரியாசிஸ் (யானைக்கால் நுண்கிருமி)	**Filariasis**
கலாங்கோ பிளாஸ்பெளடியானா	**Kalanchoe blossfeldiana**
கன்வல்யூட்டா ரோஸ்காஃபின்சிஸ்	**Convoluta roscoffensis**
காராபிட் (வண்டு)	**Carabid**
கார்சினுஸ்	**Carcinus**
கிரான்கோன் கிரான்கோன்	**Crangon crangon**
கிளைசின் மேக்ஸ் (சோயா பீன்ஸ்)	**Glycine max**
குளோனியோ மெரினஸ்	**Clunio marinus**
கூயுலக்ஸ் (கொசு)	**Culex**
கேலநோய்ட்	**Calanoid**
கேபிபோட்	**Capipod**
கேஸ்ட்ரோபோட்	**Gastropod**

கோசிபியம் ஹேர்சூட்டம்	Gossypium hirsutum
கோர்த்திபஸ் கர்டிபென்னிஸ்	Chorthippus curtipennis
கோனாயுலாக்ஸ் பாலியீட்ரா	Gonyaulax polyedra
சிட்டெலஸ் லெட்ராலிஸ் (தங்கநிற அணில்)	Citellus lateralis
சில்வியா அட்ரிகேபில்லா	Sylvia atricapilla
சில்வியா போரின் (தோட்டக்குருவி)	Sylvia borin
சின்சிலிடியம்	Synchelidium
டிக்டையோடா டிக்கோடோமா	Dictyota dichotoma
டிப்டிரா	Diptra
டிரைபோப்டிரா	Trichoptera
டுரோசோபில்லா சூடோப்ஸ்கூரா	Drosophila pseudobscura
டெகாபோட்	Decapod
டெலியோஸ்டின்	Teleostean
டேமரிண்டஸ் இன்டிகஸ் (புளியமரம்)	Tamarindus indicus
தாலார்கிஸ்யா	Talarchestia
தாலிட்ரஸ் சல்டேடர்	Talitrus saltator
நியுரோஸ்போரா கிரசா	Neurospora crasa
பிட்லர் (நண்டு)	Fiddler
பிளக்கேப்டிரா	Plecoptera
பிளாட்டா	Blatta
பிளாடினெரியிஸ் டுமெர்லி	Platynereis dumerlii
பிளியுரோநெக்டஸ் பிளாடியா	Pleuronectes platessa
பெக்டினோபோரா கோசி-பில்லா (அந்துப்பூச்சி)	Pectinophora gossypiella
பெரிப்ளானெடா அமெரிக்கானா	Periplaneta americana
பௌன்னியஸ் ஃபோளிஸ்	Blennius pholis
பேலியோமோன் எலிகான்ஸ்	Palaemon elegans
போம்பக்ஸ் மூரி (பட்டுப்புழு)	Bombyx mori
பைரிஸ் பிராசிக்கா	Pieris brassice
மார்மோட்டா மோனாக்ஸ் (மரங்கொத்தி)	Marmota monax
மிர்மிலோன் ஆப்ஸ்கூரஸ்	Myremeleon obscurus
முஸ் பூடுகா	Mus booduga
மெலனோரேசியா	Melaneritia
மைக்ரோகைரோப்டிரன் (வெளவால் வகை)	Microchiropteran

மைமோசா புடிக்கா	Mimosa pudica
யூரிடைஸ் புல்சரா	Eurydice palchra
யூக்ளினா கிராசிலிஸ்	Euglena gracilis
ராபின் (எரிஹகஸ் ருபிகுலா)	Erihacus rubecula (Robbin)
லுக்கேபேயா மாடிரே	Leucophaea maderae
லூரெதிஸ் டினுயிஸ்	Leuresthes tennuis
லெபிஸ்டஸ் ரெடிகுளேடஸ்	Lebistes reticulatus
ஸ்டர்னஸ் வல்காரிஸ்	Strurnus vulgaris
ஸ்டர்னா பேரடிசியா	Sterna paradigea
ஸ்டெர்லிங்	Sterling
ஹிப்போசியேரஸ் ஸ்பியோரிஸ்	Hipposideros speoris

அறிவியலறிஞர் பெயர்கள்

அயன்சு இ. எஸ்	Ayensu E.S.
அஸ்கோஃப் ஜீயுர்ஜென்	Aschoff Juergen
சாஃபர்	Schafer
உமா டி.	Uma D.
உஸ்மான் கே.	Usman K.
எர்வின் பன்னிங்	Erwin Bunning
எர்லிங்	Erling
என்ரைட் ஜே. டீ.	Enright J.T.
ஜிவின்னர் இ.	Gwinner E.
ஜெகதீசசந்திரபோஸ்	Jagadis Chandrabose
ஜேக்கப்	Jacob
ஜோசி டி.	Joshi D.
ஜோரான்சு	Joerrens
ஓயிட் பீல்டு	Whitfield
கர்ட் ரிச்சட்டர்	Curt Richter
கார்ல் வான்பிரிஸ்	Karl Vonfrish
கிராமர் ஜி.	Kramer G.
கிளோவுசர்	Clauser
குரோஸ் கே.	Groos K.
குவர்னர்	Querner
கேய்சர்	Kaiser
கோகூர்	Kogure
கோலின் எஸ். பிட்டன்டிரிக்	Colin S. Pittendrigh
சந்திரசேகரன் எம்.கே.	Chandrasekaran M.K.
சார்லஸ் பாஃன்	Charles Bohn
சிப்ரி	Siffre
சுந்தரராஜன் கே.எஸ்.	Sundararajan K.S.
சுப்பாராஜ் ஆர்.	Subbaraj R.
டி கண்டோல்	De Candolle
டேவி ஜே.	Davy J.
நத்தானியல் கிளிட்மேன்	Nathaniel Kleitman
பாண்டியன் எஸ்.	Pandian S.
பார்ன் வெல்	Barn Well
பால்மர் ஜே.டி.	Palmer J.D.
பிராம்வெல் எம்.	Bramwell M.
பிரௌவுன் எ.	Brown A.
ஃபிளிஷ்னர் ஜி.	Fleissner G.
புருஷ் ரிச்சட்சன்	Brucl Richardson
பெர்ஹோல்ட்	Berthold

மாரிமுத்து	Marimuthu
மோரே-ஈடி	Moore-Ede
ராபர்ட்ஸ்	Roberts
ரெயின்பர்க்	Reinberg
வில்ஹெம் பப்ஃபேர்	Wilhelm Pfeffer
வின்ஃபிரி ஏ.டி.	Winfree A.T.
விஸ்வநாதன்	Viswanathan
வீவர் ஆர்.ஏ.	Wever R.A.
லீஸ் ஏ.டி.	Lees A.D.
லினேயஸ்	Linnaeus
ஹாஃப்மேன்	Hoffmann
ஹவுன்சைல்ட் சி.	Hauens Child C.
ஹால்பெர்க் எஃப்	Halberg F.
ஹேஸ்டிங்ஸ்	Hastings
ஸ்ரீபதி கே.	Sripathi K.
ஷோன்	Schone
ஷினிடரோஷன்	Schneiderhoehn
ஹோனிக்கர்	Honegger

தமிழ் வளர்ச்சிக் கழகம்...

தமிழ்மொழியின் வளர்ச்சி ஒன்றையே குறிக்கோளாகக் கொண்டு நிறுவப்பெற்றது தமிழ் வளர்ச்சிக் கழகம். திரு.தி.சு. அவினாசிலிங்கம் அவர்கள் தமிழகக் கல்வி அமைச்சராக இருந்தபோது 1946 டிசம்பர் மாதம் இக்கழகத்தை தோற்றுவித்தார். அதுமுதற்கொண்டு 1982 பிப்ரவரி மாதம் வரை இக்கழகத்தின் தலைவராக இருந்து இதை வளர்த்து வந்தார். 1982 பிப்ரவரியில் முன்னாள் மாநில அமைச்சரும், மத்திய அமைச்சருமான திரு.சி. சுப்பிரமணியம் அவர்கள் தலைவர் பொறுப்பை ஏற்றார்கள். அவர் மராட்டிய மாநில ஆளுநர் பொறுப்பேற்றபின், டாக்டர் வா.செ. குழந்தை சாமி அவர்கள் மார்ச் 1990-இல் தலைவர் பொறுப்பை ஏற்றுக் கொண்டார்கள்.

தமிழ் வளர்ச்சிக் கழகம் ஒரு கலைக்களஞ்சியம் வெளியிடும் பணியை 1946-இல் மேற்கொண்டது. திரு.ம.ப. பெரியசாமித்தூரன் அவர்கள் இதற்கு ஆசிரியராகப் பொறுப்பேற்றார். ஒவ்வொன்றும் சுமார் 750 பக்கங்கள் கொண்ட 10 தொகுதிகள் அடங்கியது தமிழ்க் கலைக்களஞ்சியம். இந்திய மொழிகளில் முதன்முதலாகத் தமிழில் மேற்கொள்ளப்பட்ட இம்முயற்சி 1968-இல் முழுமையடைந்தது.

பின்னர் குழந்தைகள் கலைக்களஞ்சியம் வெளியிட தலைவர் திரு.தி.சு. அவினாசிலிங்கம் அவர்கள் விரும்பினார்கள். சிறுவர்கள் விஞ்ஞான உலகின் புதுமைகளை இளமையிலேயே அறிந்துகொண்டு. எதிர்காலத்தில் பல துறைகளிலும் சிறந்து விளங்கவேண்டுமென்பதே இத்திட்டத்தின் நோக்கம். குழந்தைகள் கலைக்களஞ்சியம் வெளியிடுவதும் இந்தியாவிலேயே இதுதான் முதல் முயற்சியாகும். இப்பணி 1976-இல் முடிவுக்கு வந்தது.

தமிழ் மக்கள் தொடர்ந்து அளித்துவரும் ஆதரவின் பயனாகக் குழந்தைகள் கலைக்களஞ்சியத்தின் இரண்டாவது பதிப்பு அவசியமாயிற்று. ஒவ்வொன்றும் சுமார் 100 பக்கங்கள் கொண்ட 10 தொகுதிகள் அடங்கியது குழந்தைகள் கலைக்களஞ்சியம். இப்பணி 1981-இல் தொடங்கி 1988-இல் முடிவுற்றது.

தமிழ் வளர்ச்சிக் கழகம் தற்போது (1990) 'அறிவியல் நூல்கள்' வெளியிடும் பணியில் ஈடுபட்டுள்ளது. இதில் முதல் நூலாக இவ்வரிசையில் பாரதீய வித்யா பவன் ஆங்கிலத்தில் வெளியிட்டுள்ள **'Biological Rhythms'** என்ற நூல் தமிழாக்கம் செய்யப்பட்டு 'உயிரியல் தாளமுறை' என்ற தலைப்பில் முதல் நூலாக வெளியிடப்படுகிறது. இதை அடுத்துப் பல நூல்கள் வெளிவர இருக்கின்றன.

தமிழ் வளர்ச்சிக் கழகம் அறிவியல் கலைச்சொல் அகராதி தயாரிக்கும் மற்றுமோர் முக்கிய பணியிலும் ஈடுபட்டுள்ளது. இதில் ஆரம்பப் பணிகள் நடைபெற்றுவருகின்றன.